NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06275291 4
Digitized by Google

Digitized by Google

IE.

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XV.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

FUNFZEHNTER BAND.

DER GANZEN FOLGE EINUNDNEUNZIGSTER.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1829.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Inhalt

des Bandes XV. der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Seite

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, ERSTES STÜCK.

I. *Ueber die zweckmäfsige Einrichtung eines Monochords oder Tonmessers und den Gebrauch desselben, zum Nutzen der Physik und Musik; von Wilhelm Weber.*

Ich werde hier den Bau, den Gebrauch und die Mittel zur Vervollkommnung eines Instrumentes mittheilen, das aus *einer* oder *mehreren* senkrecht aufgespannten Metallsaiten besteht, aus denen man nach einer einfachen Regel, indem man entweder die Länge der Saiten oder das Gewicht ändert, womit sie in senkrechter Richtung gespannt sind, nach und nach eine gesuchte Reihe von Tönen, oder jeden beliebigen Ton einer solchen Reihe einzeln, rein hervorbringen kann. Man pflegt ein solches Instrument, weil es gewöhnlich nur eine einzige aufgespannte Saite besitzt, *Monochord* zu nennen, und ich werde auch diesen Namen beibehalten, ungeachtet ich es zuweilen vorziehe, dasselbe mit mehreren Saiten zu versehen.

In der Hand des *experimentirenden Physikers* ist dieses Instrument ein Maafs zur Vergleichung der Töne, und, weil sich aus der Höhe eines Tones selbst wieder auf die Geschwindigkeit der in gleichen Zeiträumen sich wiederholenden Schwingungen oder Stöfse des tönenden Körpers schliefsen läfst, ein Hülfsmittel die Dauer der Schwingungen, oder die äufserst kleinen Zeitabschnitte zu

messen, welche von jedem Stoſse bis zum nächstfolgenden Stoſse vergehen, ein Hülfsmittel, durch welches man weit kleinere Zeitabschnitte messen kann, als durch die Tertienuhren und alle anderen hiezu uns zu Gebote stehenden Werkzeuge.

In der Hand des *Instrumentenbauers*, des *Componisten* und *praktischen Musikers* ist es das Normalmaaſs, nach welchem die Instrumente gestimmt werden, mittelst dessen der Componist für alle künftige Zeiten festsetzen kann, für welche Stimmung er seine Composition berechnet hat, durch welches endlich eine allgemeine Uebereinstimmung aller Nationen in der Annahme einer unabänderlichen Stimmung möglich wird. Denn den Stimmgabeln, die man, um die Instrumente zu stimmen, anwendet, kann man erst dadurch einen Ton auf's genaueste geben und für sie bürgen, daſs man ihren Ton dem Tone einer senkrecht aufgespannten Metallsaite gleich macht.

Die Wahl der zu diesem Instrumente angewendeten Körper ist, wie ich glaube, durch folgende Gründe bestimmt worden. *Erstens* hat man *Metalle* von allen tonfähigen Materien zum tönenden Körper für dieses Instrument ausgewählt, weil diese mehreren von jenen unberechenbaren Einflüssen, die den Ton verändern, weniger als viele andere Stoffe ausgesetzt sind, z. B. der Verlängerung durch Einsaugung von Feuchtigkeit, und umgekehrt der Verkürzung durch Trocknen, der z. B. Darmsaiten sehr unterworfen sind; oder auch der Veränderung der Cohäsion der Theile einer Saite durch starke Ausdehnung derselben.

Zweitens hat man *Saiten*, d. h. fadenförmige, *durch Spannung elastische* *) Körper, von allen tongebenden Körpern für dieses Instrument ausgewählt, weil durch Spannung elastische Körper die einzigen Körper

*) Chladni nennt schwingende Saiten durch Spannung elastische Körper im Gegensatz zur Luft, welche er einen durch Druck elastischen Körper, und im Gegensatz zu festen, unbeugsamen Körpern, welche er durch innere Steifigkeit elastische Körper nennt.

sind, bei welchen man diejenige Kraft, vermöge deren die Schwingung im tönenden Körper fortdauert und sich in gleichen Zeiträumen wiederholt, beliebig bestimmen und abändern kann, und dadurch in Stand gesetzt wird, durch blofse Vermehrung oder Verminderung dieser Kraft alle möglichen Töne aus einem und demselben Körper hervorzubringen.

Bei allen andern tongebenden Körpern kann man die Höhe der Töne nur dadurch beliebig bestimmen und abändern, dafs man ihre gerade oder gekrümmte Gestalt (abgesehen von der Gröfse), ferner ihre Länge, oder ihre Breite, oder ihre Dicke, oder endlich ihre Schwingungsart (nach welcher sie entweder nur eine oder mehrere schwingende Abtheilungen bilden) ändert. Denn krümmt man z. B. einen an beiden Enden freischwingenden Stab, so wird sein Ton tiefer, oder verkürzt man eine Orgelpfeife, so wird ihr Ton höher.

Die Saiten aber können nicht nur, eben so wie andere Körper, durch eine Veränderung ihrer Länge, oder ihrer Dicke, oder ihrer Schwingungsart (nach welcher sie entweder nur eine oder mehrere schwingende Abtheilungen bilden) eine gesetzmäfsige Veränderung in der Höhe ihres Tones erleiden, sondern auch durch die Vermehrung des Gewichts, durch welches sie gespannt werden; und diese letztere Methode, ihren Ton zu verändern, macht sie eben geeignet, einen sehr zuverlässigen Tonmesser zu bilden.

Man hat zwar auch an einer aufgespannten Saite eine gesuchte Reihe von Tönen dadurch, dafs man den freischwingenden Theil der Saite nach einer einfachen Regel verkürzte, hervorgebracht, indem man z. B. durch einen beweglichen Steg, der an bestimmten Stellen unter die Saite untergestemmt wurde, einen Theil der Saite zu schwingen hinderte. Indessen ist es gerade dieser Gebrauch gespannter Saiten, der, wenn er nicht mit grofser Vorsicht in Anwendung kommt, den Gebrauch derselben

sehr unsicher macht, und daher die öffentliche Meinung von der Anwendbarkeit des Monochords zu praktisch-musikalischen Zwecken, sehr vermindert hat.

Denn *erstens* haben Instrumente, welche so construirt sind, dafs man die Metallsaite mittelst eingeschraubter Wirbel, um die sich die Saite windet, auf einen festen, unnachgiebigen Körper aufspannt, den Fehler, dafs man die die Saite spannende Kraft nicht genau bestimmen kann.

Verkürzt man nun vollends *zweitens* eine solche aufgespannte Saite dadurch, dafs man an bestimmten Stellen einen beweglichen Steg (der aus einer meistens dünnen Platte, die zwischen die Saite und die Unterlage eingeschoben wird, besteht) unterstemmt, so ist man auf eine 3fache Weise in Gefahr Fehler zu begehen: 1) weil die Spannung der Saite gröfser wird, wenn der Steg, nahe am Ende der Saite unter letztere gestemmt, dieselbe hier eben so viel hebt und aus ihrer natürlichen Lage entfernt, als wenn er unter die Mitte der Saite untergestemmt wird, während man doch die Spannung der Saite gleich zu lassen und nur ihre Länge zu verändern beabsichtigt; 2) weil dann die Länge des schwingenden Theils der Saite nicht scharf begränzt wird, denn derjenige Theil der Saite, welcher jenseits der auf den Steg aufdrückenden Stelle der Saite liegt, fährt noch fort, an der Schwingung der Saite einigen Theil zu nehmen; 3) weil die Platte, aus welcher der Steg besteht, sehr geeignet ist, durch die Schwingungen der Saite selbst in Schwingung versetzt zu werden, die Schwingungen ferner auf die Unterlage fortzupflanzen und dadurch in ihr Resonanz zu erregen.

Da nun aber die Hauptbedingung der Zuverlässigkeit eines solchen Instrumentes darauf beruhet, dafs die Enden des schwingenden Stücks der Saite unbeweglich sind, die Unterlage und der Steg aber nicht mit schwingen könnten, wenn nicht auch jene Enden kleine Bewegungen machten, man auch noch gar nicht im Voraus be-

stimmen kann, ob sich nicht die Schwingungen der Saite, des Steges und der resonirenden Unterlage, wenigstens in gewissen Fällen, gegenseitig abändern, und sich, wenn sie etwas verschieden sind, in ein gewisses Gleichgewicht zu setzen suchen; so thut man auf jeden Fall wohl, bei diesem zu Tonmessungen bestimmten Instrumente, die Saite, die das Tonmaafs bildet, so viel als möglich zu isoliren, und, obgleich noch nicht ausgemittelt ist, ob die Fehler, welche die Resonanz hervorbringen könne, so bedeutend seyen, dafs sie in Betracht kämen, doch jede Art von Resonanz möglichst zu vermeiden.

Ein gut eingerichtetes Instrument dieser Art besteht aus 3 Theilen:

1) Aus einer oder mehreren den Ton gebenden Metallsaiten.

2) Aus einem Apparate, durch welchen man den Theil der Metallsaite, welcher ungehindert schwingen soll, in scharf bestimmte Gränzen einschliefsen kann. Der eine Theil dieses Apparates, in welchem das eine Ende des schwingenden Stücks der Metallsaite befestigt werden soll, mufs zwar am Gestelle des Instrumentes herauf und herunter bewegt, zugleich aber doch so befestigt werden können, dafs er und das in ihm befestigte Ende der Saite keinen Antheil an der Schwingung der übrigen Saite nehmen könne; und zugleich mufs, wie auch die Länge des schwingenden Stücks der Saite abgeändert werde, die Spannung der Saite dadurch weder sich vermehren noch vermindern.

3) Aus einem Apparate, durch welchen man die Saite mit beliebigen Gewichten spannen kann, wobei die Länge des schwingenden Stücks der Saite keine Aenderung erleiden darf.

Bei dem zu meinem Gebrauch eingerichteten In-

strumente sind jene 3 Theile auf folgende Weise zusammengesetzt:

I. Der den Ton hervorbringende Körper ist, wie bei allen diesen Instrumenten, eine Metallsaite *ab*, Fig. 1. Taf. I., die in ihrer ganzen Länge möglichst gleichförmig, d. h. überall von gleicher Dicke und von gleicher Materie seyn mufs. Ich erwähne die gleichförmige Dicke der Saite ausdrücklich, weil, ungeachtet die Saiten bei ihrer Verfertigung durch das enge Loch eines Drahtzugs gezogen werden, doch die Dicke derselben nicht an allen Stellen dem Durchmesser des Loches, durch welches die Saite gezogen worden ist, genau entspricht. Ich habe z. B. bei meinen Versuchen nicht selten Saiten gefunden, bei welchen 2 gleich lange, von derselben Saite abgeschnittene Stücken verschiedene Gewichte hatten. Ich halte daher die Vorsicht für nöthig, für das Monochord sehr gleichförmige und geprüfte Saiten auszuwählen.

II. Der Apparat, welcher das Stück der Saite, das ungehindert schwingen soll, in scharf bestimmte Gränzen einschliefst, die Endpunkte desselben unbeweglich befestigt, und dennoch gestattet, dafs das schwingende Stück der Saite nach Belieben länger und kürzer gemacht werde, besteht bei meinem Instrumente aus folgenden Theilen.

Erstens aus zwei massiven und sorgfältig abgearbeiteten stählernen Klemmen *cd* und *ef*, Fig. 1. Taf. I., zwischen welchen das Stück der Saite, das den Ton geben soll, unbeweglich eingeklemmt wird. Jede dieser Klemmen besteht aus zwei stählernen, ½ Zoll grofsen Würfeln *c* und *d*, oder *e* und *f*, Fig. 1. Taf. I., deren vollkommen parallele und ebene Oberflächen einander mittelst einer Schraube so genähert werden können, dafs sie dabei vollkommen parallel bleiben, und dafs die Ränder beider Würfel genau auf einander passen, und keiner von beiden einen Vorsprung vor dem Rande des andern Würfels bildet. Die Einrichtung und Verfertigung dieser Klemmen erfordert deswegen besondere Sorg-

falt, weil diese Klemmen einzig und allein dazu dienen sollen, das schwingende Stück der Saite zu begränzen. und dessen Endpunkte unbeweglich zu befestigen; dabei aber nicht den geringsten Einflufs auf die Spannung der Saite ausüben sollen. Vor einem solchen sehr schädlichen Einflusse der Klemme auf die Spannung der Saite ist man nur bei einem solchen Mechanismus der Klemme gesichert, bei welchem keine gegenseitige Verschiebung der beiden Schenkel der Klemme, als in horizontaler Richtung aus und an einander, möglich ist.

In einem neuen Instrumente treffe ich jetzt folgende Einrichtung, durch welche nicht allein der beschriebene Fehler vollkommen vermieden wird, sondern auch verhindert wird, dafs die Saite bei Befestigung ihrer Endpunkte durch die Kraft der Klemmen platt gedrückt werde. Es werden zwei kleine Halbcylinder von gehärtetem Stahl auf einander befestigt, und zwischen ihnen ein Stückchen Stahlsaite von derselben Dicke, als die anzuwendenden Saiten, eingeklemmt. Mit diesem Stückchen Stahlsaite kann in die beiden vereinigten kleinen Halbcylinder eine Furche eingeschliffen werden, deren kreisförmiger Querschnitt denselben Durchmesser hat, als die Saite selbst.

Statt nun die Saite selbst einzuklemmen, ziehe ich sie durch die Oeffnung *o*, Fig. 2. Taf. I., des beschriebenen, aus zwei Stücken zusammengesetzten kleinen Stahlcylinders *abc*, in welchen, um ihn etwas comprimiren zu können, eine kleine Spalte *ao* offen gelassen worden ist. Dieser kleine Cylinder wird dann in eine cylindrische Oeffnung der Messingklemme *defg*, Fig. 3. Taf. I., eingepafst und durch eine Schraube darin festgeklemmt. Die Angabe dieser Befestigungsart verdanke ich dem Hrn. Oberbergrath Schaffrinsky in Berlin, welcher durch seine vielen Erfahrungen und durch seine grofse Kunst in feinen mechanischen Arbeiten mich mit Rath und That in meiner gegenwärtigen Arbeit zu unterstützen die Güte hat.

Um nun aber auch die Mittheilung der Schwingun-

gen von der Saite an die Klemme und an das hölzerne Gestell meines Instrumentes möglichst zu verhüten, habe ich d e Klemme in einen, den Schall sehr unvollkommen leitenden Körper, in einen cylindrischen Sandstein *ghi* oder *klm*, Fig. 1. Taf. I., dadurch unbeweglich befestigen lassen, dafs sie in eine Oeffnung desselben tief eingefügt, und der kleine Zwischenraum zwischen ihr und dem Steine durch Blei (welches den Schall gleichfalls sehr unvollkommen leitet) ausgegossen wurde.

Damit ferner die eine Klemme der anderen bald schnell, bald langsam genähert oder von derselben entfernt werden könnte, ist der die obere Klemme tragende cylindrische Stein unbeweglich in der Mitte eines gröfseren hölzernen Würfels *nopq*, Fig. 1. Taf. I., durch Schrauben befestigt. Dieser hölzerne Würfel füllt den Zwischenraum zwischen den zwei hölzernen Pfeilern *rs* und *tu*, Fig. 1. Taf. I., des Gestells aus, und hat zwei breite Falze, mittelst deren er sich wie ein Schlitten, *schnell* an den Pfeilern des Gestells herauf und herunter bewegen, und alsdann an den Pfeilern des Gestells ganz fest anschrauben läfst. Durch diese Bewegung wird die *schnelle* Annäherung oder Entfernung der oberen Klemme von der unteren Klemme bewerkstelligt.

Ein zweiter kleinerer Schlitten *vw*, Fig. 1. Taf. I, der auf dieselbe Weise befestigt und bewegt werden kann, als jener gröfsere würfelförmige Schlitten, ist durch eine Schraube *xy*, Fig. 1. Taf. I., durch deren Drehung der grofse Schlitten *nopq*, Fig. 1. Taf. I., *langsam* verschoben werden kann, mit dem letzteren fest verbunden.

III. Der dritte Theil des Instrumentes besteht in dem Apparate, durch welchen man die Saite genau spannen kann. Die Metallsaite geht, wenn die untere Klemme geöffnet ist, frei zwischen den beiden ebenen Flächen der stählernen Würfel und durch ein Loch *z*, Fig. 1. Taf. I., des unter der Klemme befindlichen hölzernen Gestelles hindurch, und trägt eine zwischen den drei Fü-

fsen des Gestells hängende Schale $\alpha\beta\gamma$, Fig. I., Taf. I., deren Gewicht genau bestimmt worden ist, und auf welche man die übrigen zur Anspannung der Saite bestimmten Gewichte legen kann.

Durch das Zudrehen der unteren Klemme, während die Saite auf die beschriebene Weise gespannt und dadurch in der Richtung ihrer Länge etwas ausgedehnt worden ist, wird diese Spannung der Saite nicht geändert., weil sie in demselben Zustande der Ausdehnung erhalten wird. Das von den beiden unbeweglichen Klemmen auf diese Weise begränzte, für tongebende Schwingungen empfängliche, Stück der Saite ist also auch jetzt, nach der Zudrehung der unteren Klemme, noch durch dasselbe Gewicht gespannt, als dasjenige ist, welches zuvor an der Saite zog.

Die Art und Weise, wie ich nun dieses Monochord gebrauche, ist folgende.

Die obere, von zwei stählernen Würfeln gebildete, verschiebbare Klemme *cd*, Fig. 1. Taf. I., (welche, wie gesagt, eine Einrichtung hat, durch welche ich sie sowohl schnell herauf und herunter schieben, als auch durch Schraubenbewegung langsam heben und senken kann), entferne ich z. B. 3 Par. Fufs von der unteren Klemme. Hänge dann über der oberen Klemme an einem Haken *a* des hölzernen Gestells die gewählte Metallsaite *ab* auf, die dann frei zwischen den beiden stählernen Würfeln der oberen Klemme *c d*, und zwischen den beiden stählernen Würfeln der unteren Klemme *ef* herabhängt. Am unteren Ende der Saite *b* befestige ich nun eine Schale $\alpha\beta\gamma$ und belaste sie etwa mit der Hälfte *) des Gewichts, das die Saite, ohne zu reifsen, tragen kann; schraube hierauf die obere Klemme *cd* zu, verdoppele dann beinahe das die Saite spannende Gewicht, und schliefse endlich auch die untere Klemme *ef*, und bewirke dadurch,

*) Diese vorläufige Anspannung der Saite, ehe die obere Klemme gesperrt wird, hat den Vortheil, dafs die Saite nachher, bei Vermehrung der Spannung, nicht so leicht an der eingeklemmten Stelle reifst.

dafs das zwischen den zwei Klemmen befindliche Stück der Saite in dem nämlichen Zustande der Ausdehnung und Anspannung erhalten wird, in die es die Schale sammt dem aufgelegten Gewichte versetzt hatte. Wenn nun zuvor an die Saite 1 oder 2 Lin. über der unteren Klemme ein kleines Stückchen Messing befestigt worden war, so konnte der Zwischenraum zwischen diesem Stückchen Messing und der unteren Klemme durch Einschiebung eines Keiles gemessen, darauf die untere Klemme geöffnet, das die Saite spannende Gewicht auf die Hälfte vermindert, die Klemme wieder zugeschraubt, und die Messung mit dem Keile wiederholt werden; ein Verfahren, welches den Vortheil gewährt, die Zunahme der Länge der Saite nach einer gewissen Zunahme des die Saite spannenden Gewichtes auszumitteln, und auf diesem Wege das Gewicht des schwingenden Stücks der Saite für *jede* Spannung zu berechnen, nachdem es für irgend *eine* Spannung desselben bestimmt worden ist.

Wurde hierauf der Saite irgend eine beliebige Spannung gegeben, so konnte man zwei Stellen der Saite in den zwei, 3 Fufs von einander abstehenden Klemmen des Instrumentes einklemmen, dieselbe mit einem scharfen Messer an der oberen und unteren Klemme abschneiden, und das abgeschnittene Stück derselben wiegen. Dieses Verfahren verschafft den Vortheil, dafs man das die Saite spannende Gewicht kennt, bei welchem dieselbe 3 Fufs lang war.

Erst nachdem ein Stück einer Saite auf die angegebene Weise, sowohl seiner Ausdehnbarkeit als seinem Gewichte nach, genau geprüft worden ist, wende ich dasselbe als klingenden Körper am Monochord an, indem ich das eine Ende desselben am Monochorde befestige, das andere mit einer längeren Saite, die die durch Gewichte zu beschwerende Schale trägt, in Verbindung bringe, und nun einen Theil des Stücks der Saite durch die ein-

ander etwas genäherten Klemmen des Instrumentes bei einer bestimmten Spannung einklemme.

Was bei einer Waage der horizontale *Waagbalken* ist, der an seinen beiden Enden von zwei gleichen Gewichten senkrecht herabgezogen wird, das ist die senkrechte, an ihren beiden Enden von gleichen Kräften nach entgegengesetzten Richtungen gezogene *Saite* bei dem beschriebenen Instrumente. Was in der Mitte des horizontalen Waagbalkens das *Hypomochlium* ist, welches alle Bewegung des Waagbalkens in seinem Mittelpunkte hindert, ohne zu hindern, dafs die beiden Arme des Waagbalkens und die an ihren Enden ziehenden Gewichte sich in Gleichgewicht setzen, das ist in der Mitte der senkrecht aufgespannten Saite der *Steg* oder die *Klemme*, welche alle Bewegung der Saite an dieser Stelle hindert, ohne zu hindern, dafs die beiden Abtheilungen der Saite (die obere *schwingende* Abtheilung der Saite, und die untere, die *Gewichtschale tragende* Abtheilung derselben) auf den beiden Seiten des unterstützten Punktes, in Hinsicht der Spannung, sich in vollkommenes Gleichgewicht setzen. Wenn nun die beiden Arme der Waage in Gleichgewicht sind, so ist die Summe der in der einen Waagschale liegenden Gewichte ein Maafs der Schwere des in der anderen Waagschale liegenden Körpers. Eben so ist, wenn in dem beschriebenen Instrumente die zwei Stücken der Saite, von denen das eine über, und das andere unter dem Unterstützungspunkte befindlich ist, sich im Gleichgewichte befinden, die Summe der am unteren Ende der Saite ziehenden Gewichte, ein Maafs des Tones, welchen das transversalschwingende obere Stück der Saite erzeugt.

Für das beschriebene Instrument kann gewifs kein unpassenderer Name als der Name *Monochord* gefunden werden, weil dasselbe bald *eine*, bald *mehrere* senkrecht aufgespannte Metallsaiten haben kann. Ja sogar bei meh-

reren Versuchen, welche ich mit diesem Instrumente gemacht habe, waren *mehrere* gleichzeitig senkrecht aufgespannte Metallsaiten schlechterdings *nothwendig*. Eine neue Bezeichnung dieses Instrumentes mit einem neuen Namen, wie *Tonwaage* oder *Tonmesser*, dürfte daher wohl, um Mifsverständnisse zu vermeiden, in Zukunft allgemein eingeführt zu werden verdienen; indessen will ich mich, um verständlicher zu seyn, und weil auf den Namen nichts ankommt, wenn man sich nur die Sache dabei richtig denkt, für jetzt noch den Namen Monochord beibehalten.

Das beschriebene Instrument, das *Monochord*, oder, mit einem andern Worte, der *Tonmesser*, kann aber aufserdem, dafs es dem Akustiker sehr wesentliche Dienste leistet, auch, bei einer etwas andern Handhabung desselben, von dem Instrumentenbauer und practischen Musiker auf eine in mancher Rücksicht bequeme und sehr zuverlässige Weise zum Zwecke der Musik, und von einem Physiker zu verschiedenen, sich nicht auf die Akustik beziehenden Experimenten benutzt werden.

1) Soll ein Monochord oder Tonmesser für den Instrumentenbauer und practischen Musiker bequem seyn, so mufs er mit demselben Instrumente eben sowohl Töne von der gröfsten *Höhe*, als von der gröfsten *Tiefe* mit gleicher Genauigkeit bestimmen können. Wenn nun das Instrument 4 oder 5 Fufs hoch ist, so läfst sich damit dieser Zweck auf das Vollkommenste erreichen. Denn man kann alsdann *erstens* die *tiefsten* Töne, die auf dem Claviere oder Pianoforte vorkommen, und noch tiefere Töne auf demselben rein hervorbringen. Aber um *zweitens* die *höchsten* Töne damit zu bestimmen, mufs man das Instrument auf eine andere Weise handhaben, weil man nach der bis jetzt beschriebenen Methode diese Töne nicht genau würde messen können, da, wenn man eine Saite sehr verkürzt, der Ton derselben unrein wird, indem die verhältnifsmäfsig zu ihrer Kürze sehr dicke Saite

dann nicht ganz als ein fadenförmiger, sondern zugleich auch als ein stabförmiger, durch innere Steifigkeit elastischer Körper schwingt. Zur Messung und Bestimmung sehr hoher Töne benutze man daher die ganze Saite, oder ein sehr langes Stück derselben; streiche sie aber mit einem Violinbogen in einer solchen Richtung, dafs sie nicht *transversal*, sondern *longitudinal* schwingt. Die *longitudinalen* Töne der Saite bilden, wenn man die Saite allmälig verkürzt, für die *höheren* Stufen die *Fortsetzung* der Tonreihe, welche, für die *tieferen* Stufen, dieselbe *transversal* schwingende Saite gegeben hatte. Auf diese Weise kann man diese Tonreihe bis zu den höchsten, dem menschlichen Gehöre wahrnehmbaren Tonstufen verfolgen, und diese höchsten Töne sind, wenn sie Longitudinaltöne sind, viel voller und wohlklingender, als wenn sie durch transversale Schwingung hervorgebracht werden.

Die *Hervorbringung* der *longitudinalen* Töne feiner Metallsaiten hat bei der Berücksichtigung folgender Verfahrungsweise keine Schwierigkeit. Ich gebrauche eine und dieselbe, etwa $\frac{1}{10}$ Linie dicke, Saite von Eisen oder Messing zur Hervorbringung sowohl der *Longitudinaltöne*, als auch der *Transversaltöne*, und von dieser Saite wiegt ein Stück, das 3 Par. Fufs lang ist, noch nicht $\frac{1}{4}$ Grm. Diese Saite spanne ich durch ein beliebiges Gewicht; denn die Verschiedenheit des Gewichts, durch welches die Saite gespannt wird, ändert den Longitudinalton nicht merklich ab. Dann nehme ich einen Violinbogen, neige ihn so, dafs er mit der Saite etwa einen Winkel von 20° bis 30° bildet. Statt man sich aber bei Hervorbringung von *Transversaltönen* bemühet, eine und dieselbe Stelle der Saite successiv mit den *verschiedenen* Stellen des *Violinbogens* in Berührung zu bringen, so bemühe ich mich bei Hervorbringung der *Longitudinaltöne*, indem ich die Saite möglichst in der Richtung ihrer Länge streiche, eine und dieselbe Stelle des Violinbogens successiv mit

den *verschiedenen* Stellen der *Saite* in Berührung zu bringen.

2) Für den Physiker ist das beschriebene Instrument, das *Monochord* oder der *Tonmesser*, ein Hülfsmittel, um Körper, die auf diesem Instrument aufgespannt worden sind, longitudinal tönen zu lassen, die Höhe des longitudinalen Tones derselben zu bestimmen, und aus dieser Höhe auf verschiedene Eigenschaften der Körper zu schliefsen. Wie nämlich aus der Länge enger, longitudinalschwingender Orgelpfeifen die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Stofses durch die Luft leicht bestimmt und gemessen werden kann, so kann auch, nach Chladni's Entdeckung, die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Stofses durch alle *feste* Materien aus der Höhe longitudinalschwingender, aus diesen Materien verfertigter Saiten oder Stäbe bestimmt werden. Die Geschwindigkeit aber, mit welcher die verschiedenen Materien den Stofs fortpflanzen, ist eine der charakteristischsten, zu Unterscheidung der verschiedenen Materien brauchbarsten Merkmale oder Kennzeichen, sobald man nur im Stande ist, die Prüfung auf diese Eigenschaft bei jeder Materie mit Leichtigkeit und Genauigkeit vorzunehmen. Das beschriebene Instrument kann daher bei einer grofsen Classe von Stoffen, welche Fadenform annehmen, selbst dem Chemiker und Mineralogen zu *Unterscheidung der Stoffe* nützlich werden.

Aus der Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Stofses kann der Physiker auf die Compressibilität und Dilatabilität der Materie durch äufsere Druck- oder Zugkräfte schliefsen, und es ist für ihn interessant, diese Angaben mit unmittelbaren Messungen der Compressibilität oder Dilatabilität der verschiedenen Materien zu vergleichen.

Zu diesem Zwecke gewährt nun die oben beschriebene Einrichtung des *Monochords* oder *Tonmessers* dem experimentirenden Physiker den Vortheil, bei der oben

(S. 10.) beschriebenen Verfahrungsart, die Zunahme der Länge der Saite nach einer Vermehrung des die Saite spannenden Gewichts (woraus er gleichfalls auf die Compressibilität oder Dilatabilität der Materie, aus welcher die Saite verfertigt ist, schliefsen kann) mit Leichtigkeit und Genauigkeit zu messen, indem er an die aufgespannte Saite, 1 oder 2 Linien über der unteren Klemme, ein kleines kugelförmiges Stückchen Messing befestigt, und bei verschiedenen, die Saite spannenden Gewichten den Zwischenraum zwischen diesem Stückchen Messing und der darunter befindlichen Klemme durch Einschiebung eines feinen Keiles mifst.

Es bietet aber dieses Instrument dem experimentirenden Physiker aufserdem noch manche andere Gelegenheit zu interessanten Versuchen dar.

So habe ich z. B. bemerkt, dafs, wenn eine senkrecht aufgespannte feine Eisensaite durch immer gröfsere Gewichte angespannt wird, bis sie endlich reifst, das am eingeklemmten Ende hängenbleibende Stück der Saite eine bleibende Ausbeugung von der Fig. 4. Taf. I. *a, b, c, d* abgebildeten Gestalt erhält, welche, so oft der Versuch wiederholt wird, immer wieder auf dieselbe Weise entsteht. Offenbar ist unter den beschriebenen, nach allen Richtungen in der Horizontalebene vollkommen symmetrischen Umständen und Verhältnissen, unter welchen die Saite reifst, kein anderer Grund zu einer solchen einseitigen Ausbeugung der Saite vorhanden, als dafs die Saite an der Stelle, wo sie reifst, nicht im ganzen Querschnitt zugleich reifst, sondern dafs die Theile der Saite auf irgend einer Seite derselben sich von einander zu trennen anfangen, und dafs dieses Losreifsen der einzelnen Längenfasern sich allmälig bis auf die gegenüberliegende Seite des Umrings der Saite fortsetzt. Der beschriebene Versuch mifslingt aber sehr leicht, wenn man eine an ihrem einen Ende eingeklemmte Saite dadurch zerreifst, dafs man an ihr anderes Ende mehr und mehr Gewichte anhängt;

denn die Saite reifst dann leicht an der eingeklemmten Stelle, wegen des kleinen Eindrucks, den die Klemme in die Saite macht. Klemmt man aber *beide* Enden der Saite zwischen den *beiden* Klemmen des Instrumentes ein, und spannt die Saite nach und nach dadurch an, dafs man durch die oben (Seite 3.) beschriebene Schraubenbewegung die obere Klemme von der unteren Klemme nach und nach weiter entfernt, so glückt der Versuch jedesmal. Die Saite reifst unter den angeführten Umstä-en gewöhnlich an dem Ende, welches in der bewegten Klemme befestigt ist, und die Fig. 4. Taf. I. abgebildete Ausbeugung findet sich dann an dem Ende der Saite, welches in der *nicht* bewegten Klemme eingeklemmt ist. Risse aber auch die Saite an dem Ende, welches in der *nicht* bewegten Klemme eingeklemmt ist, so würde doch der Versuch glücken, und die Ausbeugung sich an der gegenüberliegenden Klemme bilden.

Es würde zu weit führen, wenn ich hier alle anderen mit diesem Instrumente angestellten Versuche beschreiben wollte. Ich hoffte, die Construction und die Brauchbarkeit dieses Instrumentes, von der ich hier eine anschauliche Vorstellung zu geben mich bemühet habe, würde, weil mit demselben viele Versuche, welche ich zum Theil (*Annalen*, Bd. 90. Heft 1. und 3.) mitgetheilt habe, und welche nach dieser Beschreibung des wichtigsten Apparates leichter übersehen werden können, gemacht worden sind, vielleicht denen, welche einige Versuche wiederholen oder weiter fortsetzen wollten, willkommen seyn.

Die Benutzung und allgemeinere Verbreitung des beschriebenen Instrumentes, des Monochords oder Tonmessers, unter Musikern und Instrumentenbauern hat aber mehrere Schwierigkeiten, von denen sich indessen einige sehr vermindern lassen. Ein Hindernifs liegt z. B. darin, dafs man bei dem von mir angegebenen Gebrauch des Instrumentes feine Wägungen der Saiten vornehmen mufs,

zu

zu welchen viele Menschen weder Geduld und Geschicklichkeit, noch ausreichend feine Waagen besitzen.

Diese Wägungen gehen schon sehr in's Feine, wenn man sehr *feine* Saiten zwischen den zwei Klemmen dieses Instrumentes aufspannt, was zu empfehlen ist, weil solche feine Saiten am beugsamsten sind, und ihre innere Steifigkeit oder sogenannte Federkraft gegen das die Saite spannende Gewicht am wenigsten in Betracht kommt, wodurch die Tonmessung leichter und genauer wird. Denn von einer solchen feinen Saite wiegen z. B. 3 Fufs oft nicht mehr als $\frac{1}{4}$ Grm.; und ein Fehler von einem Milligramme würde dann schon bei der Tonbestimmung von Einflufs seyn.

Dieser Schwierigkeit könnte man aber vorbeugen, wenn man durch die genauesten von der Akustik dargebotenen Hülfsmittel geprüfte und verbürgte Stimmgabeln, wie es in jeder Rücksicht für Instrumentenbau, Orchestermusik und für die treue Erhaltung der jetzigen Compositionen für die Nachwelt zu wünschen ist, mit solchen Instrumenten zugleich verbreitete. Denn durch den gleichzeitigen Gebrauch einer solchen Stimmgabel und des Monochords könnte sich der Instrumentenbauer und der practische Musiker jedes solchen mühsamen Wägens der Saite überheben, indem er dafür einen für ihn viel leichter und genauer auszuführenden Versuch machte. Indem er nämlich eine Saite von bekannter Länge blos so lange anspannte, bis sie ganz genau den Ton der verbürgten Stimmgabel gäbe; könnte er mittelst einer Tabelle, die man dem Instrumente beifügte, das Gewicht der Saite eben so genau, wie mittelst der feinsten Waage, ein- für allemal bestimmen.

Bei dem Verkauf eines *Monochords* oder *Tonmessers* müfste also zugleich eine solche *verbürgte* Stimmgabel beigelegt werden, und zugleich auch eine kleine *Tabelle* beigefügt werden, in welcher ein Instrumentenbauer oder practischer Musiker, ohne dafs er zu rechnen nöthig

hätte, aus dem beobachteten Tone gleich das Gewicht der Saite auffinden könnte.

Eine solche Tabelle, welche auf die beschriebene Weise den Instrumentenbauer oder Musiker in den Stand setzte, aus einer gemachten Tonbestimmung das Gewicht der Saite zu finden, ist z. B. folgende, welche für den Fall gilt, dafs das zwischen beiden Klemmen des *Monochords* oder *Tonmessers* eingeschlossene, freischwingende Stück der Saite 1 Par. Fufs Länge hat, und dafs die Stimmgabel den Ton ā giebt, oder dafs verbürgt ist, dafs sie 864 Schwingungen in 1 Secunde vollende.

Wenn bei hergestelltem Einklang der Stimmgabel u. der Saite, letztere von folgenden Gewichten gespannt wird,	so wiegt ein Fufs langes Stück dieser Saite	
1000 Gr.	40 Mgr.,	45
1300	52	58
1600	64	72
1900	76	85
2200	88	99
2500	101	13
2800	113	26
3100	125	40
3400	137	53
3700	149	67
4000	161	80

Mit gleichem Rechte könnte eine *zweite* kleine Tabelle beigelegt werden, durch welche der Künstler auch alles übrigen Rechnens bei Vergleichung aller mit diesem Instrumente angestellten Tonmessungen überhoben würde.

Der durch Anschaffung dieses Instrumentes veranlafste Kostenaufwand kann sehr verschieden seyn. Das erste Instrument dieser Art, welches ich mir selbst aus

den einfachsten Bestandtheilen zusammensetzte, kostete mir nicht mehr als 3 Thaler.

Wenn das Instrument aber in einer guten mechanischen Werkstatt in allen seinen Theilen genau ausgeführt wird, so dafs es zu allen musikalisch-practischen und physicalischen Zwecken vollkommen hinreicht; so fragt es sich, ob ein hölzernes oder stählernes Prisma zur Verschiebung der Klemmen erfordert werde. Im ersteren Falle würde es in der Werkstatt des Hrn. Oertling in Berlin etwa 60 Thaler, im letzteren Falle etwa 120 bis 200 Thaler kosten.

Aus dem Gesagten erhellt allerdings, dafs zu erwarten sey, dafs ein solches Instrument nur von wenigen Musikern wird gekauft und geschickt angewendet werden. Indessen würde es für die Musik schon ein grofser Gewinn seyn, wenn es wenigstens in grofsen musikalischen Anstalten angewendet, und von solchen, welche Stimmgabeln verfertigen und prüfen, benutzt würde. Diese musikalischen Anstalten verschiedener Länder und Welttheile könnten sich nach und nach über eine allgemein anzunehmende Stimmung in Uebereinstimmung setzen. Kleinere Anstalten aber und einzelne Musiker und Instrumentenbauer würden schon aus den durch solche Anstalten berichtigten Stimmgabeln des Vortheils theilhaftig werden, den eine allgemeine Uebereinkunft über einen so wichtigen Gegenstand mit sich führte. Ich beziehe mich in dieser Hinsicht auf dasjenige, was über die Wichtigkeit solcher Instrumente schon von Ernst Gottfried Fischer in den Abhandlungen der Königl. Preufsischen Academie der Wissenschaften, von den Jahren 1822 und 1823, gesagt worden ist.

II. *Von der Wirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol, und den aus ihr hervorgehenden Producten; von Hrn.* Serullas.

(*Annal. de chim. et de phys. T. XXXIX. p.* 152. Eine vorläufige Nachricht von den Resultaten dieser Untersuchung ist den Lesern schon bei Gelegenheit des letzten Aufsatzes von Hrn. Hennell, im vorig. Bd. S. 283. dieser Annal., mitgetheilt.)

Bei Gelegenheit der Versuche, welche von Hrn. Faraday *) über die Wirkung der Schwefelsäure auf die Naphthaline, und von Hrn. Hennell **) über das Weinöl angestellt worden sind, hat Hr. Gay-Lussac, nach einer Erörterung der von jenen beiden Chemikern aufgestellten Folgerungen, mit Recht bemerkt, dafs dieser Gegenstand neue Untersuchungen erfordere.

Neuerlich haben die HH. Dumas und Boullay d. J., am Schlusse ihrer interessanten Abhandlung über den Schwefeläther und das Weinöl, eingestanden, dafs die Aufgabe noch nicht gelöst sey ***). Und ihre spätere Abhandlung über die Aetherarten, obgleich voll der interessantesten Untersuchungen und neuen Ansichten, hat ebenfalls die Frage nicht ganz aufgehellt †).

Die früheren merkwürdigen Versuche, welche die HH. Fourcroy, Vauquelin und Boullay der Aeltere über den Aether, und die HH. Dabit ††), Sertürner, Vogel †††) und Gay-Lussac über die Schwefelwein-

*) *Annal. de chim. et de phys. XXXIV. p.* 167. (dies. Annal. Bd. 83. S. 104.)

**) *Ibid. XXXV. p.* 154. (dies. Ann. Bd. 85. S. 12.)

***) *Ibid. XXXVI. p.* 310. (dies. Ann. Bd. 88. S. 93.)

†) *Ibid. XXXVII. p.* 15. (dies. Ann. Bd. 88. S. 430.)

††) *Ibid. XIII. p.* 62.

†††) Dies. Ann. Bd. 60. S. 53. Bd. 63. S. 81. u. Bd. 64. S. 67. (*P.*)

säure und deren Salze angestellt haben, sind bekannt genug, um hier noch einer näheren Auseinandersetzung zu bedürfen.

Ein Gegenstand, der so nahe mit der Analyse der organischen Körper verwandt ist, verdient alles Interesse, und daher habe ich, obgleich ich nach den Arbeiten jener so geschickten Chemiker nicht sonderlich erwarten konnte den Gegenstand weiter aufzuklären, dennoch einige Versuche unternommen und mich beehrt, dieselben der Academie vorzulegen, da ihre Bekanntmachung Einiges zur Aufhellung der so wichtigen Erscheinungen der Aetherbildung beitragen kann.

Jedermann weifs, dafs man, wenn man behufs der Aetherbereitung Schwefelsäure auf Alkohol wirken läfst, bei einer gewissen Periode dieser Operation, unter andern Producten, auch eine mehr oder weniger gelbgefärbte Flüssigkeit erhält, welche man für ein Gemenge von einem besonderen Oele, von Aether, schwefliger Säure und etwas Schwefelsäure angesehen hat. Diese Flüssigkeit giebt, nachdem sie durch Waschen mit Kali und Wasser von den drei letzten Körpern befreit, und über Chlorcalcium destillirt worden ist, eine sehr geringe Menge einer öligen Substanz, welche leichter als Wasser ist und den Namen des süfsen Weinöls erhalten hat.

Aber dieses Oel ist nur das Resultat der Zersetzung der gelben Flüssigkeit, welche eine chemische Verbindung von Schwefelsäure und Kohlenwasserstoff ist. Die Zersetzung derselben wird bewirkt, entweder durch eine längere Berührung mit der gleichzeitig überdestillirenden farblosen Flüssigkeit, oder durch die Operationen, welche man zur vermeintlichen Abscheidung und Reinigung dieses Weinöls mit derselben vornimmt.

Ich werde diesen Körper mit dem Namen des *neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs* oder *schwefelsauren Aethers* bezeichnen, bis ich die verschiedenen Versuche über ihn aus einander gesetzt habe, und man dar-

aus zu beurtheilen im Stande ist, auf welche Weise die Schwefelsäure, die Elemente des Wassers und der Kohlenwasserstoff, die wirklich zu seiner Zusammensetzung gehören, in ihm mit einander verbunden sind.

Diese Verbindung von Schwefelsäure und Kohlenwasserstoff, deren physikalische noch chemische Eigenschaften sich nirgends beschrieben finden, mufste bei den über sie angestellten Untersuchungen, weil sie sich bei diesen nicht immer in demselben Zustande befand, abweichende Resultate zeigen. Hr. Hennell ist, wie mir scheint, der Einzige, welcher sie isolirt erhalten; allein er hat sie nicht beschrieben, noch angegeben, auf welche Weise er sie rein bekommen hat. Er setzt voraus, dafs dieser Körper allgemein bekannt sey, obgleich man sehen wird, dafs es wirklich nicht der Fall ist; er nennt ihn *Weinöl*, und verwechselt ihn mit einer andern, unter demselben Namen bekannten, Substanz, welche, wenn auch nicht vor ihrer Reinigung im äufseren Ansehen, doch in ihrer Zusammensetzung ganz verschieden ist von demselben *).

Obgleich dieser Körper von Allen, welche Aether bereitet haben, gesehen und gehandhabt worden ist, so ist er dennoch seiner wahren Natur nach unbekannt geblieben. Es ist daher nöthig anzugeben, wie man ihn rein erhalten könne, um ihn so seinen Platz unter den analogen chemischen Verbindungen, wahrscheinlich unter den Aethern der dritten Gattung, anzuweisen.

Man destillirt, wie bei der Aetherbereitung, ein Gemenge von $2\frac{1}{2}$ Theilen Schwefelsäure und einem Theil Alkohol von 36° B. Bald, nachdem eine sehr kleine Menge Aether erschienen ist, sieht man eine mehr oder

*) In dem Maafse, dafs die HH. Dumas und Boullay, als sie mit ihrem bekannten Scharfblick das Weinöl untersuchten, nicht zu begreifen vermochten, wie Hr. Hennell in demjenigen, welches Gegenstand seiner Untersuchungen ausmachte, und welches sie (aber wohl nicht mit hinlänglichem Grund. *P.*) als identisch mit dem ihrigen ansahen, hatte Schwefelsäure finden können.

weniger gelbgefärbte Flüssigkeit entstehen, welche sich bald unter, bald auf eine andere gleichzeitig überdestillirende Flüssigkeit lagert. Diefs rührt daher, dafs sie im ersten Falle mit mehr schwefliger Säure und weniger Aether gemischt ist, und dafs im zweiten Falle die farblose Flüssigkeit mehr schweflige Säure enthält.

Um dieses Oel, nachdem man es von der farblosen Flüssigkeit getrennt hat, zu reinigen, mufs man es durch Schütteln mit einer gewissen Quantität Wasser auswaschen, wodurch man ihm Schwefelsäure, einen Theil Alkohol, Aether und schweflige Säure entzieht. Dieses Auswaschen bezweckt hauptsächlich die Absonderung der Schwefelsäure, welche sich nicht im Vacuo verflüchtigen würde. Nachdem es vom Wasser abgeschieden worden ist, bringt man es in einer kleinen Schale unter die Glocke der Luftpumpe, neben oder über eine Schale mit Schwefelsäure, und evacuirt alsdann, aber langsam, da die Verflüchtigung der schwefligen Säure, des Aethers und des Alkohols ein lebhaftes Sieden verursacht. Sobald das Sieden nachgelassen hat, ist die Flüssigkeit farblos und durchsichtig; man läfst sie jedoch im Vacuo stehen, um das Wasser verdampfen zu lassen. Nach 24 Stunden besitzt der schwefelsaure Kohlenwasserstoff, nachdem er durch verschiedene Farben, durch Hellgrün, Blaugrün und Smaragdblau hindurchgegangen ist, eine schöne dunkelgrüne Farbe.

In diesem Zustande ist er rein, und, wenn man ihn in Flaschen verschliefst, hält er sich unverändert so lange man will.

Ich glaubte anfangs, dafs die grüne Farbe dieses Körpers von seiner Austrocknung abhinge, da er, wenn man ihn mit Wasser schüttelt, wiederum seine ursprüngliche Farbe annimmt. Allein er bleibt bei Berührung mit Kalium farblos, und diefs mufs glauben lassen, dafs diese Umänderung durch die Entziehung der Berührung mit der Luft bewirkt worden ist; denn, wenn man ihn

noch grün der Luft aussetzt, so wird er, was sich kaum einer Absorption von atmosphärischer Feuchtigkeit zuschreiben läfst, nach einer gewissen Zeit ebenfalls farblos; auch wird er grün, wenn man ihn erhitzt.

Wenn der schwefelsaure Kohlenwasserstoff, wie wir nach Uebereinkunft das ölige Fluidum nennen wollen, wohl gereinigt und von Wasser befreit worden ist, kann er farblos oder grün seyn, je nachdem er auf längere oder kürzere Zeit im Vacuo geblieben ist. Seine chemischen Eigenschaften in beiden Zuständen sind nicht verschieden. Er hat einen eigenthümlichen aromatischen durchdringenden Geruch; sein Geschmack ist stechend, kühlend, ein wenig bitter, und hat einige Aehnlichkeit mit dem der Pfeffermünze. Sein specifisches Gewicht ist 1,133. Er ist wenig löslich in Wasser, löst sich aber sehr gut in Alkohol und Aether, und kann aus diesen Lösungen durch Verdampfung oder durch Fällung mittelst Wasser abgeschieden werden.

Unter Wasser gebracht, verwandelt er sich nach einiger Zeit in leichtes Oel (Weinöl) *), welches sich auf die Oberfläche begiebt, und in sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoff, welcher aufgelöst bleibt. Wenn das Wasser in sehr geringer Menge da ist, bewirkt es diese Umänderung sehr langsam, weil es durch die Aufnahme der Säure in seiner ferneren Einwirkung auf den noch unzersetzten Theil geschwächt wird.

Das leichte Oel ist opaque; ruhig stehen gelassen, setzt es Krystalle von gleicher Natur mit seiner eignen ab, welche wir weiterhin kennen lehren werden.

Man kann die Zersetzung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs, in sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoff und in Weinöl, durch Erhitzen desselben

*) Unter *Weinöl* hat man in dieser Abhandlung immer den flüssigen, schwefelsäurefreien Kohlenwasserstoff zu verstehen.

P.

mit Wasser beschleunigen; einige Augenblicke sind dazu hinreichend *).

Die merkwürdigste Eigenschaft dieses sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoffs ist aber die: dafs er beim Sieden (mit Wasser) in *Schwefelsäure* und *Alkohol* zerfällt, ohne dafs dabei schweflige Säure, noch irgend ein Gas entwickelt wird **). Man mufs dabei oftmals eine gewisse Menge Wasser hinzufügen, bevor die Schwefelsäure eine solche Concentration erreicht, dafs sie auf den Pflanzenstoff zersetzend einwirken kann, weil sich sonst schweflige Säure, Kohlenwasserstoff und Kohle bilden.

Diese Umänderung im Wasser ist sehr geeignet, uns über die Natur des sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoffs, den man bisher als Schwefelweinsäure oder als eine Verbindung von Unterschwefelsäure mit einem Pflanzenstoff ansah, nähere Auskunft zu verschaffen; sie erin-

*) Bevor wir weiter gehen, müssen wir daran erinnern, dafs wir, hinsichtlich der Zusammensetzung der Aetherarten, Hrn. Chevreul's allgemeine Betrachtungen über die organische Analyse nicht aus den Augen verloren haben. Dieser gelehrte Chemiker sagt nämlich p. 193. (des Originals, S. 174 der deutschen Uebersetzung, Gotha 1826. (*P.*)) seines Werkes. „Ist es nicht wichtig, immer dieselbe Analogie zu befolgen, den Salpeteräther und die Pflanzenäther als Verbindungen von Kohlenwasserstoff (*hydrogène percarburé*) und Säuren + Wasser, oder, mit andern Worten, als wasserhaltige Salze zu betrachten, und den Chlorwasserstoff- und Jodwasserstoffäther als Verbindungen von Kohlenwasserstoff und Säuren, oder, mit andern Worten, als wasserfreie Salze?" Die HH. Dumas und Boullay haben diese Ansicht angenommen und sie durch einige wichtige Versuche unterstützt.

**) Dieselbe Beobachtung hat auch Hr. Hennell gemacht, der auch überdiefs gefunden, dafs concentrirte Schwefelweinsäure (das heifst die concentrirte Lösung des sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoffs) nicht in Alkohol und Wasser, sondern in Schwefeläther und Wasser zerfällt. (Man sehe dessen letzte Abhandlung im Bd. 90. S. 277. dies. Ann.) Bei einer hier unternommenen Wiederholung dieser Versuche wurden dieselben Resultate erhalten. *P.*

nert an die Beobachtung der HH. Dumas und Boullay, welche, bei der Zersetzung des Oxaläthers durch trocknes Ammoniakgas, einerseits Alkohol erhielten, und andrerseits oxalweinsaures Ammoniak, d. h. eine Verbindung von Ammoniak, Kohlenwasserstoff und Oxalsäure.

Wenn ich mich in meinen Beobachtungen über die schwefelweinsauren Salze nicht geirrt habe, so würde eine solche Verbindung, wenn man sie für analog den schwefelweinsauren Salzen ansieht, ohne die Elemente des Wassers eine Ausnahme seyn.

Auf jeden Fall beweist dieser schöne Versuch, an dessen Richtigkeit die Gewandtheit der Verfasser keinen Zweifel aufkommen läfst, unwiderleglich, dafs die Elemente des Wassers in keinen anderem Verhältnisse als in den, welche den Aether constituiren, ursprünglich im Oxaläther vorhanden seyn können.

Bei Aufstellung dieser Analogie, aus der die Folgerungen so leicht erscheinen, wollte ich beim neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff ganz dieselbe Zusammensetzung wie beim Oxaläther finden, und ihn blofs als schwefelsauren Aether betrachten. Allein der Oxaläther giebt, bei seiner freiwilligen Zersetzung unter Wasser, nur Säure und Alkohol, während der neutrale schwefelsaure Kohlenwasserstoff unter denselben Umständen in leichtes Oel (Weinöl) und sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoff zerfällt, welcher letzterer alsdann allein, bei seiner bei Erhitzung erfolgenden Zersetzung, sich, wie der Oxaläther, in Alkohol und Säure verwandelt.

Auch hat mir die Analyse des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs, wie man weiterhin sehen wird, zwar die Elemente des Wassers gegeben, aber in einem weit geringeren Verhältnisse als die Zusammensetzung des Aethers verlangt. Ich habe sie *) verbunden gefunden mit einem Atome Aether und zwei Atomen Doppelt-Kohlenwasserstoff, wahrscheinlich unter der Form von Weinöl; und diefs macht mich geneigt, denselben als ein

*) D. h. die Elemente *eines* At. Wassers. *P.*

Doppelsalz von schwefelsaurem Aether und schwefelsaurem Kohlenwasserstoff zu betrachten.

Hr. Hennell mufs sich in dieser Beziehung geirrt haben, denn er erwähnt bei der Analyse seiner Verbindung von Schwefelsäure und Kohlenwasserstoff nicht der Elemente des Wassers, obgleich sie gewifs darin enthalten sind. Damit man nicht glaube, dafs unverbundenes Wasser zugegen gewesen sey, erinnere ich, dafs der zu meinen Analysen angewandte schwefelsaure Kohlenwasserstoff mehrere Monate lang mit Kalium in Berührung gestanden hatte.

Der neutrale schwefelsaure Kohlenwasserstoff setzt, mit Basen behandelt, wie bei der Behandlung mit Wasser, Weinöl ab, und bildet mit ihnen Salze, welche man schwefelweinsaure Salze genannt hat, welche aber, wie es die HH. Faraday und Hennell zuerst ausgesprochen *), und späterhin auch von den HH. Dumas und Boullay angenommen worden ist, nur Doppelsalze seyn können, deren eine Basis der Kohlenwasserstoff ist. Diese Salze haben alle charakteristische Eigenschaften der schwefelweinsauren Salze, sind sehr löslich in Wasser und Alkohol, selbst die von Kalk und von Blei, welche beide zerfliefslich sind.

Wenn indefs die schwefelweinsauren Salze von Kalk, Baryt und Bleioxyd hinsichtlich ihrer Löslichkeit den unterschwefelsauren Salzen der nämlichen Basen ähnlich sind, so ist doch ein wesentlicher Unterschied zwischen

*) Das deutsche Journal, welches von Hrn. Hennell's Arbeit über dieses Weinöl Bericht erstattet, drückt sich folgendermafsen aus: „Aus allen diesen Untersuchungen schliefst Hr. Hennell, dafs das Weinöl eine neutrale Verbindung sey von Doppelt-Kohlenwasserstoff und Schwefelsäure, und dafs, durch Wirkung des Wassers oder einer Salzbasis, sich ein Salz von zwei Basen (deren eine der Kohlenwasserstoff ist) bilde, welche sich mit verhältnifsmäfsigen Mengen von Schwefelsäure verbinden." Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften, für 1828, von J. J. Berzelius, S. 276.

beiden der, daſs die unterschwefelsauren Salze, bei Uebergieſsung mit concentrirter Schwefelsäure, unter lebhaftem Aufbrausen, schweflige Säure geben, während die schwefelweinsauren Salze in diesem Falle niemals schweflige Säure, noch sonst ein Gas aushauchen, sondern nur Kohle in beträchtlicher Menge absetzen. Dieſs Verhalten wird, wie mir scheint, jeden Gedanken an die Identität beider Salze vernichten.

Hr. Hennell giebt an, daſs der schwefelweinsaure Baryt, beim Sieden mit Wasser, in sauren schwefelsauren Baryt übergehe (d. h. in Schwefelsäure und schwefelsauren Baryt zerfalle [*P.*]); allein er hat nicht gesehen, und dieſs ein wichtiger, mir angehörender Punkt in der Beobachtung, was aus dem Kohlenwasserstoff oder der vegetabilischen Substanz wird.

Hr. Heeren hat den schwefelweinsauren Kalk analysirt; er betrachtet ihn als ein unterschwefelsaures Salz, verbunden mit einem Pflanzenstoff ohne Wasser. Dieser Stoff würde, seinen Untersuchungen zufolge, eine Verbindung von Kohle und Wasserstoff in gleichem Verhältnisse, wie sie im Alkohol vorhanden ist, nebst einer ziemlich groſsen Menge Sauerstoff seyn, und, nach ihm, würde die Schwefelsäure bei der Aetherbildung durch den Alkohol desoxydirt, um Unterschwefelsäure zu bilden *).

Alle schwefelweinsauren Salze, wir gebrauchen jetzt diese Bezeichnung wie den Namen Schwefelweinsäure, verwandeln sich beim Sieden mit Wasser in saure schwefelsaure Salze, und, wie die Schwefelweinsäure, in Alkohol, welchen man, in einem zweckmäſsigen Apparate, auffangen kann. Dieser Alkohol behält, bei der ersten Destillation, einen eigenthümlichen Geruch, und überdieſs etwas von dem des Weinöls und des sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoffs. Dieſs brachte mich auf den

*) Dasselbe deutsche Journal (d. h. die deutsche Uebersetzung von Berzelius's, Jahresbericht. *P.*)

Gedanken, daſs es brenzlicher Essiggeist seyn könnte; allein eine zweite Destillation, die mit Kali unternommen wurde, um ihn zugleich seinen Gehalt an Säure zu entziehen, gab den Alkohol im Zustande der Reinheit. Es wurde eine ziemliche Menge erhalten.

Es ist zu bemerken, daſs wenn der Rückstand in der Retorte fast kein Wasser mehr enthält, und man die Hitze verstärkt, sich gegen das Ende der Operation, wie man gesagt hat, schweflige Säure bildet; allein einige Augenblicke zuvor hat die übergehende Flüssigkeit sehr deutlich den Geruch von Schwefeläther. Ist dieser fertig gebildet aus der Verbindung hervorgegangen, oder ist er durch Einwirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol erzeugt? *).

Der saure schwefelsaure Kohlenwasserstoff, wenn er concentrirt ist, zersetzt sich im Vacuo in Schwefelsäure und wahrscheinlich in Alkohol. Niemals habe ich Spuren von schwefliger Säure oder Oel bemerkt.

Was bei den Beobachtungen über die Zersetzung der schwefelweinsauren Salze durch Hitze zu einem Irrthume hätte führen können, wäre der Umstand, daſs sie dabei, im Zustande der Trockenheit, schweflige Säure, Kohlenwasserstoff, einen Absatz von Kohle und, wie man sagte, ein Oel ausgeben; allein man verwandelt sie, wie ich gesagt habe, gänzlich in saure schwefelsaure Salze und Alkohol, wenn man sie mit kleinen Mengen Wasser destillirt, und dieses erneuert, bevor die Reaction etwa ohne Mitwirkung des Wassers, dessen sich wahrscheinlich zum Theil der Aether bemächtigt, um in Alkohol überzugehen, geschehen könnte.

Dieses bei der (trocknen [*P.*]) Zersetzung der schwefelweinsauren Salze erscheinende Oel, dessen Natur bis-

*) Nach Hrn. Hennell (d. Ann. Bd. 90. S. 281.) wird der Aether hiebei gebildet dadurch, daſs sich der aus der Schwefelweinsäure abgeschiedene Kohlenwasserstoff mit Wasser verbindet. *P.*

her Keiner hat kennen gelehrt *), ist nichts anderes als neutraler schwefelsaurer Kohlenwasserstoff, welchen man hiedurch in ziemlich grofser Menge erhält, so dafs ich glaube dieses Mittel als anwendbar zur Bereitung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs und folglich auch zu der des Weinöls bezeichnen zu können.

Zu dem Ende erhitzt man auf einige Augenblicke, ohne sie zu destilliren, gleiche Theile Schwefelsäure und Alkohol von 38° B. Wenn die Masse beträchtlich ist, reicht die beim Vermischen entstehende Temperatur-Erhöhung hiezu hin, denn man erhält selbst in der Kälte noch Schwefelweinsäure. Man sättigt die Flüssigkeit durch einen dünnen Brei von gelöschtem Kalk und filtrirt. Nachdem man die Flüssigkeit, durch eine langsame Verdampfung, bis zu einem gewissen Punkte concentrirt hat, läfst man sie erkalten und filtrirt sie von Neuem, um den kohlensauer gewordenen Kalk und etwas schwefelsauren Kalk, der etwa darin geblieben oder gebildet worden ist, abzusondern. Man stellt sie hierauf in eine Trockenkammer zum Verdampfen hin. Die Krystallisation geschieht vollkommen, nur sehr langsam, und man erhält eine sehr grofse Menge eines sehr reinen schwefelweinsauren Kalks.

Nachdem der schwefelweinsaure Kalk mit Sorgfalt getrocknet worden ist, erhitzt man ihn in einer Retorte

*) Hr. Hennell (*Ann. de chim. et de phys. XXXV. p.* 156. und dies. Ann. Bd. 85. S. 17.) hat als er das, was er Weinöl nennt, mit siedendem Wasser und kohlensaurem Kali behandelte, ein wie das chlorsaure Kali in dünnen Blättern anschiefsendes Salz erhalten; er sagt, dafs diese Krystalle, bei Erhitzung in einem Glasrohre, im Moment des Schmelzens aufschwellen und einen dicken Dampf geben, der sich zu einer, stark nach schwefliger Säure riechenden, öligen Flüssigkeit verdichte. Hr. Hennell hat nicht erkannt, dafs diese ölige Flüssigkeit von gleicher Natur ist mit seinem Weinöl (neutralem schwefelsaurem Kohlenwasserstoff).

und fängt das Hauptproduct, den neutralen schwefelweinsauren Kohlenwasserstoff, auf.

Die Austrocknung der schwefelweinsauren Salze erfordert viel Sorgfalt, um den Punkt zu treffen, bei dem sie nöch nicht zerstört werden; denn oft, wenn man sie schon für getrocknet hält, geben sie, bei Erhitzung, noch Wasser aus, während sie sich dabei mehr oder weniger verändern. Die Veränderungen, welche sie in diesem Falle erleiden, kann man nicht durch ihre Löslichkeit nachweisen, denn der saure schwefelsaure Kalk, welcher dabei entsteht, löst sich ebenfalls; allein man entdeckt sie entweder durch das Lackmuspapier oder durch Barytsalze. Man mufs also zu ihrer Austrocknung die Luftpumpe anwenden.

Es wurde eine gewisse Quantität von schwefelweinsaurem Kalk im Vacuo über Schwefelsäure getrocknet. 18 Grm. desselben wurden mit Wasser gekocht, und dieses mehrmals erneuert, so wie es vorhin, als von dem Mittel, den schwefelweinsauren Salzen allen Alkohol zu entziehen, die Rede war, gesagt worden ist. Man erhielt 5,1 Grm. absoluten Alkohols; man hätte 5,5 Grm. erhalten haben müssen, weil der schwefelweinsaure Kalk, nach seiner berechneten Zusammensetzung, 31 Proc. absoluten Alkohols, entsprechend 25,5 Proc. Aether geben mufs.

Zerlegung des schwefelweinsauren Kalks.

1. *Versuch.* 0,25 Gramm. im Vacuo getrockneten schwefelweinsauren Kalks gaben, mit Kupferoxyd behandelt, bei 0° C. Temperatur und $0^m,76$ Druck:

Kohlensäure	0,0760	Liter
Wasser	0,080	Grm.

2. *Versuch.* Eine gleiche Quantität desselben Kalksalzes gab:

Kohlensäure	0,0740	Liter
Wasser	0,0770	Grm.

3. *Versuch.* 2 Grm. schwefelweinsauren Kalks hin-

terliefsen, nachdem sie geglüht, und, zur Verbrennung der Kohle, mit Salpetersäure behandelt waren:

Neutralen schwefelsauren Kalk 46,0 Procent.

4. *Versuch.* 10 Grm., eben so behandelt, gaben:

Neutralen schwefelsauren Kalk 46,5 Procent.

5. und 6. *Versuch.* 10 Grm. und 7,2 Grm. desselben Kalksalzes, mit siedender Salpetersäure behandelt und darauf mit schwach ammoniakalischem Wasser gewaschen, lieferten:

Geglühten schwefelsauren Kalk, im Mittel 45,05 Proc.

Das Waschwasser gab, bei Behandlung mit Chlorbaryum, eine Menge schwefelsauren Baryts, die enthielt:

Schwefelsäure, im Mittel	28,40 Procent
Folglich war der Verlust an vegetabilischer Substanz	26,55 Procent.

In der Annahme, dafs der schwefelweinsaure Kalk gebildet sey aus 2 Atomen Schwefelsäure, 1 At. Aether und 1 At. Kalk, müfste man haben:

Für die beiden ersten Versuche:

Kohlensäure	0,0764 Liter = 0,0414 Kohlenst.
Wasser, aus der Verbrennung des Wasserstoffs	0,0641 Grm. = 0,0069 Wasserst.

Für den 3., 4., 5. und 6 Versuch:

Schwefelsauren Kalk	0,4689 = 1 Atom
Schwefelsäure	0,2759 = 1 Atom
Verlust an Aether	0,2552 = 1 Atom.

Wenn Aether destillirt wird, führt dieser, während der ganzen Operation, eine gewisse Quantität vom sauren schwefelsauren Aether (Schwefelweinsäure) mit über, wovon man sich überzeugt, wenn man das Destillat vom Anfang der Operation an portionenweise sättigt. Man erhält immer mehr oder weniger eines schwefelweinsauren Salzes.

Wenn die Operation schon etwas vorgerückt ist, und sich schweflige Säure und Kohlenwasserstoff erzeugen, tritt ein Zeitpunkt ein, wo die Aetherportionen, bei frei-

freiwilliger Verdampfung, neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff, den sie aufgelöst enthielten, in mehr oder weniger beträchtlichen Mengen absetzen.

Ich habe auch in den Rückständen von dieser Verdampfung des Aethers sehr geringe Mengen von Krystallen, in sehr zarten, sehr gut ausgebildeten Nadeln gefunden, die ich für schwefelsauren Kalk erkannte, und die wahrscheinlich aus der Schwefelsäure herstammten, zu deren Bereitung ein gyps- oder kalkhaltiges Wasser angewandt worden war; denn es waren alle Vorsichtsmaſsregeln getroffen, daſs man sie nicht von den angewandten Gefäſsen, die man mit gemeinem Wasser ausgewaschen hatte, herleiten konnte. Ich erwähne diese Thatsache als ein merkwürdiges Beispiel von der Verflüchtigung eines so fixen Stoffes wie der schwefelsaure Kalk.

Vor seiner Rectification enthält also der Aether, auſser den sonst schon angegebenen fremden Stoffen, Schwefelweinsäure und eine mehr oder weniger beträchtliche Menge von neutralem schwefelsaurem Kohlenwasserstoff, welche beide durch eine langsame Verdampfung des Aethers, der sie gelöst enthielt, sichtbar gemacht werden können.

Kalium, welches mit dem im Vacuo getrockneten neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff in Berührung gebracht worden ist, hält sich bei gewöhnlicher Temperatur, in ihm unverändert. Wenn man aber diese beiden Körper in einer Röhre zusammen erhitzt, so wirken sie auf einander; es bildet sich sehr wenig Schwefelkalium und viel schwefelsaures Kali, während Kohlenwasserstoff und Kohle ausgeschieden werden. Die Schwierigkeit, die Einwirkung des Kaliums auf den sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoff gehörig zu lenken und gleichförmig zu machen, hat mir nicht gestattet, die verhältniſsmäſsigen Mengen des Schwefelkaliums und schwefelsauren Kali's, welche durch sie entstehen, mit Genauigkeit zu ermitteln; allein es ist gewiſs, daſs sich sehr wenig

Schwefelkalium bildet. Uebrigens ist diese Wirkung immer mit einem ungemein starken Knoblauchgeruch verbunden.

Den nämlichen Knoblauchgeruch haben die HH. Dumas und Boullay an ihrem Oxaläther, nach dessen Reinigung durch Bleiglätte, wahrgenommen. Ich mufs bei dieser Gelegenheit bemerken, dafs der Oxaläther, welcher nach dem von diesen Chemikern angegebenen Verfahren bereitet ist, viel von der Verbindung von Schwefelsäure und Kohlenwasserstoff enthält, und desto mehr, je weiter die Destillation bis zu Ende fortgesetzt wird. Die Anwesenheit einer Schwefelverbindung in diesem Aether, obwohl derselbe die Barytsalze nicht fällt, macht man dadurch sichtbar, dafs man eine kleine Menge desselben in eine Porcellanschale oder einen hohlen Porcellanscherben bringt, etwas Kalium hinzufügt, und die Flüssigkeit anzündet. Das Kalium schmilzt, und die Masse, die anfangs kohlig wird, geräth darauf plötzlich in's Glühen, wie ein Pyrophor. Der Rückstand, in Wasser gelöst und filtrirt, giebt auf Zusatz einer Säure viel Schwefelwasserstoff, und mit Barytsalzen einen in Salpetersäure unlöslichen Niederschlag.

Indefs befreit man den Oxaläther von dieser fremdartigen Substanz, wenn man ihn, was auch die HH. Dumas und Boullay empfohlen haben, lange Zeit mit Bleiglätte kocht, und darauf destillirt.

Ich wollte mich überzeugen, ob sich nicht bei der Aetherbildung von Anfang an neutraler schwefelsaurer Kohlenwasserstoff bilde. Zu dem Ende fing ich das Destillat im Laufe der Destillation portionenweise auf, und überliefs jede Portion einer freiwilligen Verdampfung in einer Trockenkammer; allein es zeigte sich keine Spur vom neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff, und man fand ihn erst in den Portionen, die bei schon vorgerückter Destillation aufgefangen waren, als zugleich schweflige Säure zum Vorschein kam. Kleine Mengen dieser letz-

teren, die nicht mehr durch den Geruch zu spüren sind, lassen sich dadurch entdecken, dafs man das Destillat mit Wasser verdünnt und Barytwasser hinzusetzt, wodurch ein in Salpetersäure löslicher Niederschlag entsteht. Der saure schwefelsaure Kohlenwasserstoff wird, wie bekannt, dadurch nicht gefällt.

Man könnte glauben, dafs bei diesem Stadium der Operation die Temperatur noch nicht hoch genug gestiegen sey, um den neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff zu verflüchtigen; als indefs eine gewisse Quantität desselben gleichzeitig mit dem Gemenge von Alkohol und Schwefelsäure in die Retorte eingelegt wurde, ging er von den ersten Momenten der Destillation an, unter sehr merkwürdigem Aufstofsen, über.

Man hat den neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff auch in den Rückständen von der, vor der Bildung der schwefligen Säure abgebrochenen, Aetherdestillation gesucht. Portionen dieses Rückstandes, die mit grofsen Mengen Aether geschüttelt wurden, hätten diesen den neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff, wenn sie ihn enthielten, abtreten müssen, weil letzterer in Aether sehr löslich ist; allein nach der Verdampfung dieses, von der sauren Masse leicht zu sondernden, Aethers blieb keine Spur von neutralem schwefelsaurem Kohlenwasserstoff zurück.

Aus dem Vorhergehenden sieht man, dafs die Wirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol zu einer Verbindung der Schwefelsäure mit den Elementen des Aethers Anlafs giebt, einer Verbindung, die man bisher für Unterschwefelsäure ansah, die sich unter diesen Umständen gebildet und mit einer vegetabilischen Substanz vereinigt haben sollte. Dieser letzte Punkt hat, da man ihn für richtig hielt, als Grundlage zu einer, obgleich unvollständigen und wenig genügenden, Erklärung der Erscheinungen bei der Aetherbildung gedient. Seitdem man aber nicht mehr annehmen kann, dafs sich Unterschwefelsäure

erzeuge, kann man auch nicht länger diese Erklärung zulassen. Die genauere Beobachtung der Thatsachen hat zwar diesen Irrthum aufgedeckt, aber dennoch nicht geringere Schwierigkeiten für die klare Einsicht in den Gang der Aetherbildung zurückgelassen. Indeſs werden wir versuchen, eine mit den Thatsachen vereinbare Theorie aufzustellen.

Es ist glaublich, daſs, wie es Fourcroy und Vauquelin gesagt haben, durch die Wirkung der Schwefelsäure Wasser aus den Elementen des Alkohols gebildet werde *), und daraus Aether entstehe, der sich mit der Schwefelsäure zur Bildung von saurem schwefelsaurem Aether (Schwefelweinsäure) verbindet **). Durch

*) Man hat den Einwurf gemacht, daſs die wassergierigsten Substanzen keinen Aether zu bilden vermögen. Allein die Wirkung der Schwefelsäure ist eine ganz andere, sie ist rein chemisch; denn es giebt nichts Schleunigeres als die Ausziehung der Elemente des Wassers durch Schwefelsäure aus einer vegetabilischen Substanz. Jedermann weiſs, wie schnell ein Stück Holz bei Eintauchung in concentrirte Schwefelsäure verkohlt wird. Temperaturerhöhung schwächt die Verwandtschaft der zerflieſslichen Salze zum Wasser, während die Schwefelsäure bei Erwärmung nur noch kräftiger auf die pflänzlichen Stoffe einwirkt.

**) Da der Aether hier die Verrichtung einer Base ausübt, so scheidet er nothwendig das Hydratwasser der Schwefelsäure aus; auch ist es nicht wahrscheinlich, wie ich früher geglaubt habe, daſs dem Alkohol die Elemente des Wassers ganz, bis zur Entstehung von Kohlenwasserstoff, entzogen werden, und letzterer sich mit dem Schwefelsäurehydrat verbinde; denn da dieser, zufolge der Analyse, sich zu 2 Atomen in der Verbindung (Schwefelweinsäure) befindet, so würden wir in dieser die Elemente des Wassers in gleichen Verhältnissen wie im Alkohol antreffen. Eben so wenig ist es wahrscheinlich, daſs sich neutraler wasserfreier schwefelsaurer Kohlenwasserstoff bilde, weil man in den ersten Zeiten der Operation nur eine saure Verbindung und Aether beim Sieden bekommt. In dieser sauren Verbindung hat man, so lange sich in derselben keine schweflige Säure zeigt, das schwefelsaure Doppelsalz von Aether und Kohlenwasserstoff vergeblich aufgesucht, welchen Körper man jedoch vom Anfange an wiederfin-

das Sieden zersetzt sich allmälig diese Verbindung; der Aether verflüchtigt sich, und die Schwefelsäure behält das Atom Wasser, welches dem Alkohol entzogen worden ist. Da die Schwefelsäure in beträchtlicher Menge zugegen ist, so können Theile für sich auf einander einwirken.

Da sich der Procefs der Aetherbildung also darauf beschränkt, dafs dem Alkohol Wasser entzogen wird, so ist er sehr einfach; allein die nun erfolgende, von der Aetherbildung unabhängige, Reaction, welche zwischen den neuen Elementen eintritt, ist verwickelter.

Hinsichtlich der Bildung des Weinöls kann man nun annehmen, dafs, bei einem gewissen Punkte der Operation, wenn der Alkohol verschwunden und das Wasser verflüchtigt ist, die Temperatur sich so erhöht habe, dafs unter den Elementen der Schwefelweinsäure (des sauren schwefelsauren Aethers) eine gegenseitige Reaction eintrete, und daraus unter andern Kohlenwasserstoff hervorgehe *). Der nicht zersetzte saure schwefelsaure Aether bemächtigt sich alsdann einer Portion dieses freigewordenen Kohlenwasserstoffs, und sich mit ihr neutralisirend, verwan-

det, sobald man ein wenig desselben zugleich mit dem Gemenge von Schwefelsäure und Alkohol in die Retorte gebracht hat. Erst gegen das Ende der Operation erzeugt sich dieses schwefelsaure Doppelsalz von Aether und Kohlenwasserstoff, welches man für neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff halten könnte, welches aber, wenn es eine solche Zusammensetzung hätte, bei seiner Zersetzung, Schwefelsäure und blofs Kohlenwasserstoff geben müfste; während man, unter ganz gleichen Umständen, durch Sieden mit Wasser nach einander erst Weinöl (verdichteten Kohlenwasserstoff), dann Alkohol und hierauf nur reine Schwefelsäure erhält. Diefs scheint mir zu beweisen, dafs der Kohlenwasserstoff in zweierlei Zuständen mit der Schwefelsäure verbunden ist.

*) Wir haben vorhin gesagt, dafs die Bildung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs nicht eher als mit dem Erscheinen der schwefligen Säure bemerkt wird; man weifs aber, dafs die Entwicklung des Kohlenwasserstoffs gleichzeitig und selbst noch früher als die der schwefligen Säure eintritt.

delt er sich in neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff, oder in das schwefelsaure Doppelsalz von Aether und Kohlenwasserstoff. Nach Hrn. Faraday's Versuchen und der HH. Dumas und Boullay's Meinung über das sehr grofse Sättigungsvermögen des Kohlenwasserstoffs kann man nicht verkennen, dafs dieser Umstand einer der günstigsten für die Wirksamkeit dieses Sättigungsvermögens ist.

Eine andere Annahme hinsichtlich der Reaction, von der eben die Rede war, und welche in einer gewissen Epoche der Operation recht sichtbar ist, wäre die, dafs der überschüssige Theil der Schwefelsäure, welcher den sauren schwefelsauren Aether constituirt, abgeschieden oder zerstört werde, und dafs dadurch der saure schwefelsaure Aether in neutralen übergehe, von dem ein Theil von der schwefligen Säure mit fortgerissen und bei der Destillation aufgefangen wird, während gleichzeitig ein anderer Theil sich durch die immer zunehmende Temperaturerhöhung zersetzt, und dabei, wie man allemal beobachtet, entstehen: schweflige Säure, Kohlenwasserstoff, Kohle und sehr wenig Kohlensäure, weil die Zersetzung der Schwefelsäure durch den Wasserstoff des Kohlenwasserstoffs geschehen mufs. Am Ende der Destillation sieht man den neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff in Gestalt kleiner Tröpfchen den Bauch der Retorte bekleiden, wieder zurückgleiten und sich verkohlen. Hr. Gay-Lussac hat geglaubt, dafs die Erzeugung des Weinöls und der schwefligen Säure das Resultat der Zersetzung der Schwefelweinsäure sey.

Nach der einen wie nach der andern Voraussetzung würden die Elemente des Kohlenwasserstoffs durch die Verbindungskraft condensirt. Diese Condensation behält der Kohlenwasserstoff selbst nach seiner Ausscheidung aus der Verbindung (nämlich dem neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff [*P.*]), und wir beobachten ihn unter der Gestalt von Weinöl, welches, wie wir gese-

ben haben, entweder, unter Wiedererzeugung des sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoffs, dem neutralen durch Wasser entzogen, oder in diesem, unter Bildung eines Doppelsalzes, durch eine andere Base ersetzt werden kann

Wie dem auch seyn mag, wir sehen deutlich, dafs der neutrale schwefelsaure Kohlenwasserstoff durch Sieden mit Wasser in drei wohl unterschiedene Körper zerfällt, in *Schwefelsäure*, in *Alkohol* und in *verdichteten Kohlenwasserstoff* (Weinöl).

Wir sehen, dafs die schwefelweinsauren Salze, bei ihrer Zersetzung durch Erhitzung, geben: schweflige Säure, Kohlenwasserstoff, einen Absatz von Kohle, *neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff*, mehr oder weniger Alkohol *), welcher oft einen Theil des letzteren gelöst enthält **), und schwefelsauren Kalk ***) mit einem Ueberschufs von Säure.

Da die schwefelweinsauren Salze sauren schwefelsauren Aether (Schwefelweinsäure) enthalten, so finden wir bei ihrer Zersetzung durch Hitze, dieselben Umstände, welche die Destillation eines Gemenges von Schwefelsäure und Alkohol, am Ende der Operation, darbietet; letztere giebt schwefelsauren Kohlenwasserstoff und die übrigen Producte, welche wir so eben aufgezählt haben.

Da man den sauren schwefelsauren Aether für sich nicht ohne Wasser darstellen und nicht einmal ohne theilweise Zerstörung concentriren kann, so ist man der Hülfs-

*) Dieser Alkohol rührt ohne Zweifel von Wasser her, das dem schwefelweinsauren Salze nicht entzogen worden ist.

**) Die HH. Dumas und Boullay (*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVI. p.* 308., dies. Ann. Bd. 88, S. 105.), sagen vom schwefelweinsauren Baryt, dafs er, wenn er bei 150 bis 160° C. im Vacuo getrocknet wird, ein fettes Ansehen erhalte, was auf die Abscheidung von Oel deute, welches bei noch höherer Temperatur sich entwickle, während das Salz teigig werde.

***) Wenn es nämlich schwefelweinsaurer Kalk war, der zersetzt wurde. *P.*

mittel zu einer etwaigen genaueren Einsicht in die Reihenfolge der bezeichneten Erscheinungen beraubt; denn es ist wahrscheinlich, dafs, wenn man ihn ohne Wasser, nämlich ohne unverbundenes Wasser, erhalten könnte, in welchem Zustande er sich bei der Operation, wo er mit der Masse von Schwefelsäure in Berührung steht, befinden mufs, man beim Sieden desselben, statt des Alkohols, welcher sich mittelst des zugegenseyenden Wassers wieder erzeugt *), Aether bekommen würde **). Diese Umwandlung des Aethers in Alkohol würde bestätigen, was die HH. Dumas und Boullay in dieser Beziehung gesagt haben.

Um indefs zu sehen, ob, zufolge der Versuche des Hrn. Lassaigne ***), die Salze, welche aus der Verbindung von Basen mit dem Rückstande der Destillation des Phosphor-Aethers entstehen, sich unter gleichen Umständen, wie die schwefelweinsauren Salze verhalten, d. h. ob sie, bei fortgesetztem Sieden mit Wasser, Alkohol und saures phosphorsaures Salz geben würden, wie es der Analogie nach geschehen müfste, bereitete ich Phosphoräther. Indefs, obgleich ich ziemlich beträchtliche Mengen von Phosphorsäure anwandte, erhielt ich nur wenig Aether, und folglich konnte der Rückstand in der Retorte nur in einem schwachen Grade auf die Umstände gelangt seyn, die zu den mit ihm beabsichtigten Versuchen nöthig waren. Es wurde daher nur ein Theil dieses Rückstandes stark erhitzt, und die Producte aufgefangen. Er ver-

*) Die reichliche Bildung von schwefelweinsauren Salzen, welche man bei Behandlung des reinen Aethers mit Schwefelsäure und Basen erhält, erlaubt nicht zu glauben, dafs der Alkohol, der sich aus diesen Salzen darstellen läfst, in ihnen fertig gebildet vorhanden sey.

**) Hr. Hennell, wie man aus dessen Aufsatze im Bd. 90. S. 270. ersehen kann, hat indefs schon, durch Destillation von Schwefelsäure mit schwefelweinsaurem Kalk, Aether bekommen, auch schon angedeutet, wie man Aether in Alkohol verwandeln könne. *P.*

***) *Annal. de chim. et de phys. T. XIII. p.* 294.

kohlte sich, und gab Kohlenwasserstoff, aber keinen Phosphorwasserstoff, welchen man doch erhalten haben müfste, wenn ein unterphosphorsaures (phosphorweinsaures) Salz in ein phosphorsaures Salz übergegangen wäre. In dem Recipienten fand sich Wasser, auf welchem eine geringe Menge eines leichten Oeles schwamm, welches im Aeufsern dem Weinöl ähnlich war, aber nicht den charakteristischen Geruch desselben besafs.

Der Aether enthielt weder Oel, noch neutralen phosphorsauren Kohlenwasserstoff, von dem man hätte voraussetzen können, dafs er, wie der neutrale schwefelsaure Kohlenwasserstoff bei der Aetherbildung, erzeugt worden wäre. Es ist wahrscheinlich, dafs der neutrale phosphorsaure Kohlenwasserstoff in der Retorte zurückblieb, und, wegen der Feuerbeständigkeit der zu ihm gehörigen Phosphorsäure, nicht bei der Destillation überging.

Da die Bildung des Aethers sichtlich ein Schritt zur Bildung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs ist, so ist der Gedanke natürlich, dafs man diesen Körper rascher und in gröfserer Menge erhalte, wenn man Schwefelsäure geradezu auf Aether wirken lasse.

Ich machte Gemenge von Schwefelsäure und Aether in verschiedenen Verhältnissen. Bei gleichen Theilen erhielt ich sehr schnell, bei sehr geringer Erwärmung nach einigen Augenblicken, viel sauren schwefelsauren Aether, d. h. nach Sättigung viel schwefelweinsaures Salz. Bei der Destillation erzeugte sich neutraler schwefelsaurer Kohlenwasserstoff, aber nicht in gröfserer Menge, als beim Alkohol in den angegebenen Verhältnissen, und nur erst dann, als sich schweflige Säure und Kohlenwasserstoff entwickelten. Nachdem das Gemenge von Aether und Schwefelsäure geschüttelt worden war, theilte es sich in zwei Schichten, von der die untere, welche die Masse Schwefelsäure war, nach Absonderung fast die ganze Menge des sauren schwefelsauren Aethers enthielt, während sich in der oberen nur ungemein wenig befand.

Diese Thatsache läfst sich mit beiden Hypothesen, welche ich über die Bildung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs aufgestellt habe, vereinbaren, sowohl mit der Annahme, dafs der saure schwefelsaure Aether zersetzt werde, als mit der, dafs sich derselbe durch den freiwerdenden Kohlenwasserstoff sättige.

Wir haben gesehen, dafs wenn man das leichte Weinöl, welches sich vom neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff absondert, einige Zeit stehen läfst, sich darin eine geringe Menge einer krystallinischen Materie zeigt. Hr. Hennell hat zuerst von ihr gesprochen, allein sich nicht näher über sie ausgelassen, und weder die Umstände zu ihrer Gewinnung, noch die Mittel zu ihrer Abscheidung genau angegeben. Diese sehr sonderbare Substanz läfst sich folgendermafsen für sich darstellen.

Nachdem man neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff auf dem angezeigten Wege dargestellt und gereinigt hat, behandelt man ihn unter Erwärmung mit einer gewissen Menge Wasser in einem Ballon mit langem Halse, bis er am Boden, den er anfangs einnahm, verschwunden ist, und sich leichtes Weinöl auf der Oberfläche des Wassers zeigt, welches alsdann nur sauren schwefelsauren Aether, und bisweilen, wenn die Erwärmung nicht mäfsig geleitet wurde, etwas Schwefelsäure enthält, was jedoch für den vorliegenden Zweck von keiner Bedeutung ist. Das Ganze schüttet man in eine Schale und stellt dieselbe an einen kühlen Ort; bei kaltem Wetter sieht man oft schon am andern Morgen, mitten im Weinöl, die Materie vollkommen krystallisirt in kleinen sich sehr symetrisch durchkreuzenden Krystallen. Nach einigen Tagen, wenn die Krystalle wohl ausgebildet sind, bringt man das Ganze auf ein angefeuchtetes Filter, läfst den sauren schwefelsauren Aether durchlaufen, und giefst so lange Wasser auf das Filtrum, bis dessen Inhalt nicht mehr sauer ist. Alsdann bringt man den Trichter auf

einen Träger, so dafs er mit der Spitze über eine Flasche zu stehen kommt; sobald das Filtrum trocken geworden ist, geht das Weinöl durch, und die Krystalle bleiben zurück.

Nun nimmt man die krystallinische Substanz mit Hülfe eines sehr dünnen und biegsamen Metallblättchens ab, und befreit sie von einigen Unreinigkeiten, welche sie enthält, durch Destillation in einem Glasrohre, welches die Stelle einer Retorte vertritt. Hierauf schmilzt man sie von Neuem, um sie in einer dünnen Schicht auf eine Glasscheibe auszugiefsen, wo man sie mehrere Tage lang, und so oft als es nicht mehr fleckig wird, zwischen Josephspapier ausprefst. Das Papier verschluckt das flüssige Oel, mit dem die starre Substanz durchzogen ist.

In diesem Zustande ist dieser Kohlenwasserstoff, denn andere Elemente, wie wir sehen werden, enthält die starre Materie nicht, sehr glänzend und in langen, durchsichtigen Prismen krystallisirt, die keinen Geschmack besitzen, zerreiblich sind, zwischen den Zähnen knirschen, und, besonders bei Erwärmung, einen eigenthümlichen aromatischen Geruch aushauchen, welcher dem des Weinöls sehr analog ist.

Er schmilzt bei 110° C., nach Art der fetten Körper, und ist im flüssigen Zustande gleichfalls durchsichtig. Bei 260° C. verflüchtigt er sich ohne Rückstand und unverändert. Er ist im Wasser unlöslich, löst sich aber in Alkohol, und noch besser in Aether, und nimmt, bei Verdampfung dieser Lösungsmittel, wiederum seine schönen Krystallformen an. In der Rothglühhitze zersetzt er sich in Kohle und Kohlenwasserstoff. Sein specifisches Gewicht ist =0,980.

Die Filter, welche zur Abscheidung der krystallisirten Materie von dem Weinöl gedient haben, sind mit dem letzteren durchzogen geblieben. Deshalb wäscht man sie mit einem Gemische von Alkohol und Aether aus,

filtrirt und verdampft dasselbe in einer Trockenkammer, worauf das Weinöl zurückbleibt.

Man sicht, das beste Mittel, um Weinöl zu erhalten, besteht darin, dafs man den neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff unter Erwärmung mit Wasser behandelt, und angegebenermafsen filtrirt.

Bevor ich das oben angezeigte Verfahren zur Reinigung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs, nämlich die Waschung mit Wasser und die Trocknung im Vacuo, angewandt hatte, behandelte ich denselben mit einer Lösung von kohlensaurem Kali. Hiedurch wurde er schnell und vollständig gebleicht, allein nach einer solchen Reinigung fand ich in ihm sehr merkliche Mengen des schwefelsauren Doppelsalzes von Kali und Kohlenwasserstoff (schwefelweinsauren Kali's).

Da die physikalischen Eigenschaften des Weinöls (nämlich des schwefelsäurefreien [*P.*]) von Keinem vollständig angegeben, und einige derselben noch nicht beobachtet worden sind, so halte ich es nicht für unnöthig, sie hier aus einander zu setzen.

Es ist ein wenig gelb, wie das Olivenöl, hat einen eigenthümlichen aromatischen Geruch, welcher sich besonders bei Erhitzung oder beim Reiben zwischen den Fingern entwickelt. Ich fand seine Dichtigkeit =0,921. Die HH. Dumas und Boullay haben sie auf 0,9174 geschätzt. Es siedet und destillirt bei 280° C., macht nach Art der fetten Oele Flecken auf Papier, und verdickt sich bei Erkältung, ohne seine Durchsichtigkeit zu verlieren; bei —25° C. hat es die Consistenz eines starken Terpentins, bei —35 ist es starr. Wenn es vollkommen von Wasser befreit ist, leitet es die Elektricität nicht, und diefs ist eines seiner merkwürdigsten Kennzeichen, in dem Grade, dafs es als Typus der nichtleitenden, öligen Flüssigkeiten genommen werden kann. Ist es dagegen mit Wasser gemengt, so wird es leitend.

Zerlegung des Weinöls und der sich von demselben absondernden krystallinischen Substanz.

Menge des bei jedem Versuche durch Kupferoxyd verbrannten Weinöls . . .	0,03 Grm.
Menge der Kohle, nach einem Mittel aus 6 Versuchen, bei denen die Extreme 0,834 und 0,860 waren, ...	0,8550
Menge des Wassers, nach einem Mittel aus 6 Vers. =1,198, also Wasserstoff . .	0,1330
Menge des Wasserstoffs, durch Verbrennung von 0,05 Grm. Weinöl mit Sauerstoff, Mittel aus 2 übereinstimmenden Vers.	0,1390

Zwei Versuche, die mit der krystallisirten Substanz angestellt wurden, gaben sehr nahe dieselben Resultate.

Man sieht, dafs sowohl beim Weinöl als bei der krystallinischen Substanz, die sich von ihm absondert, Kohlenstoff und Wasserstoff in demselben Verhältnisse, wie beim Doppelt-Kohlenwasserstoff, stehen, dafs nämlich ziemlich genau 6 Theile Kohlenstoff auf 1 Th. Wasserstoff kommen, weil man, der Rechnung nach, haben würde:

Kohle	0,8571
Wasserstoff	0,1429.

Ich habe diese Analyse vielmals wiederholt, weil die Resultate derselben sehr verschieden sind von denen, welche die HH. Dumas und Boullay erhielten *). Diese Chemiker haben gefunden, dafs das Weinöl zusammengesetzt sey aus 88,37 Kohlengas und 11,63 Wasserstoff, oder aus 4 Vol. Kohlengas und 3 Vol. Wasserstoff, und sie leiten daraus eine Theorie ab, welche diese Zusammensetzung in ihren Augen unzweifelhaft macht.

Es fragt sich nun, was diesen Verbindungen die drei ganz verschiedenen Aggregatzustände ertheilt, obgleich sie alle ihre Elemente in denselben Verhältnissen enthalten.

*) *Annal. de chim. et de phys. XXXVI. p.* 300. (d. Ann. Bd. 88 S. 98.)

Um diese Frage aufzuhellen, müfste man die Dichte des Dampfes dieser Verbindungen bestimmen; ich habe auch, nach dem sinnreichen Verfahren des Hrn. Dumas, einige solche Versuche gemacht, allein ich hatte von der starren Substanz zu wenig für einen solchen Versuch, da derselbe schon etwas beträchtliche Mengen erfordert.

Was das Weinöl betrifft, so erlitt es beim Sieden eine Veränderung, und lieferte Resultate, die zu ungewifs waren, um erwähnt zu werden.

Kennte man das Gewicht des Dampfes dieser Verbindungen mit Genauigkeit, so würde man beurtheilen können, welche Verdichtung sie erlitten hätten, und man wäre im Stande ihre Zusammensetzung anzugeben, nicht durch die Ausdrücke Doppelt-Kohlenwasserstoff, Vierfach-Kohlenwasserstoff, sondern durch die Namen: zweiatomiger, vieratomiger u. s. w. Kohlenwasserstoff.

Analyse des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs.

Diese Substanz, welche wir als eine Verbindung von Schwefelsäure, Aether und Kohlenwasserstoff betrachten, wurde, unter den zur Vermeidung von Verlüsten erforderlichen Vorsichtsmafsregeln, mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Kali zum Sieden gebracht, darauf zur Trockne verdampft und stark erhitzt. Der Rückstand, nach Auflösung mit Chlorbaryum und Salpetersäure behandelt, lieferte schwefelsauren Baryt, dessen Menge nach einem Mittel aus sechs Versuchen entsprach:

Schwefelsäure 0,5502.

Die Extreme waren 0,547 und 0,552, und die angewandte Menge der Substanz betrug jedesmal 5 Grm.

Acht Versuche, bei jedem 0,06 Grm. mit Kupferoxyd verbrannt, gaben, während die Extreme 0,3231 und 0,3410 waren, im Mittel:

Kohlenstoff 0,3305.

Zwei übereinstimmende Versuche, bei jedem 0,1 Grm.

der Substanz, nach Prout's Verfahren, mit Sauerstoff behandelt, gaben im Mittel:

Wasserstoff 0,05498.

Die Wassermenge, welche bei der Analyse mittelst Kupferoxyd in sechs Versuchen, bei denen die Extreme von 0,550 bis 0,5691 gingen, erhalten wurde, betrug im Mittel: 0,5576.

Diese Wassermenge rührt theils von dem mit dem Kohlenstoff verbundenen Wasserstoff, theils von dem der Elemente des Aethers her.

Die Zusammensetzung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs kann also folgendermafsen dargestellt werden:

2 At. Schwefelsäure	10	=0,55173
2 At. Doppelt-Kohlenwasserstoff	3,500	=0,19310
1 At. Aether	4,625	=0,25528.

Oder:

	berechnet	gefunden		
Schwefelsäure	0,55173	0,5502		
Kohlenstoff	0,33103	0,3305		
Verbrannter Wasserstoff	0,05517	0,0549	0,4965	Wasser
Präexistirendes Wasser	0,06207	0,0611	0,0611	=0,5576
	1,00000.			

Das von Hrn. Prout vervollkommte Verfahren des Hrn. Saussure ist bei einer Analyse, wie wir so eben mit dem flüssigen und starren Kohlenwasserstoff vorgenommen haben, von einer vortheilhaften Anwendung.

Diese Methode besteht darin, dafs man die zu analysirende Substanz zugleich mit einem Ueberschufs von Kupferoxyd und Sauerstoffgas in Berührung bringt. In Ermangelung des complicirten Apparats, den wir nicht zu unserer Verfügung hatten, haben wir einfach eine ziemlich lange Röhre von gewöhnlichem Durchmesser zu dieser Operation angewandt. Die gewogene und sorgfältig mit dem Kupferoxyd gemischte Substanz bringt man in die Mitte der Röhre, deren beide Enden dann mit Kupferoxyd locker gefüllt werden.

Man verschafft sich zwei Setzgläser mit Quecksilber gefüllt, zwei graduirte Glasglocken, und für jede ein Rohr mit verticalen parallelen Armen, und ordnet das Ganze auf eben die Art, wie es die HH. Gay-Lussac und Liebig bei ihrer Analyse des Knallsilbers angegeben haben *).

An jedes Ende der Röhre, welche das Gemenge enthält, befestigt man eine der Leitungsröhren der beiden Glocken, läſst darauf eine hinreichende Menge Sauerstoff hindurchstreichen; nachdem das Niveau des Quecksilbers in beiden Glasglocken aufgezeichnet ist, erhitzt man die horizontale Röhre, und zwar von den Enden an nach der Mitte zu. Nun drückt man die Glocke langsam hinab, um das darin enthaltene Sauerstoffgas durch die Röhre in die andere Glocke zu treiben; ein Gehülfe hebt die letztere in dem Maaſse, als sie sich füllt, und drückt sie alsdann wieder hinab, um das Gas wieder auf die erste Seite zu bringen. Dieſs Verfahren, durch welches man, wie es sich mit einer Blase thun lieſse, eine Circulation des Sauerstoffs über dem Kupferoxyd beabsichtigt, wiederholt man vielmals, um dem Oxyde allen Sauerstoff, welchen er bei der Verbrennung der analysirten Substanz etwa abgegeben hat, wieder zu ersetzen. Nach dem Erkalten zeichnet man Druck und Temperatur auf, und bestimmt dann, unter den gewöhnlichen Vorsichtsmaſsregeln, welche Verringerung oder Vermehrung das Sauerstoffvolumen erlitten hat.

Der Gebrauch des Kupferoxyds, welcher immer sehr kitzlich ist, ist es noch mehr bei diesem Versuche; man muſs sich versichert haben, daſs es rein sey, und besonders, daſs es kein metallisches Kupfer enthalte. Zuweilen geschieht es, daſs dieses Oxyd beim Glühen, welches fast vor jedesmaliger Anwendung desselben unumgänglich ist,

*) *Annal. de chim. et de phys. T. XXV. p.* 291. (dies. Annalen Bd. 77. S. 94.).

ist, durch einige in den Tiegel gefallene Theilchen von vegetabilischen Substanzen zum Theil reducirt wird. Diese Reduction, welche für das gewöhnliche Verfahren von keinem Nachtheile ist, kann hier mehr oder weniger grobe Irrthümer herbeiführen. Man mufs sich also versichern, dafs das Kupferoxyd gehörig rein sey, und diefs geschieht dadurch, dafs man, nach dem Glühen, eine kleine Portion der Masse mit Salpetersäure behandelt, deren Wirkung, im Falle der Reinheit, Null ist (d. h. das Kupferoxyd ohne Entwicklung von Salpetergas ruhig auflöst. *P.*)

Obgleich diese Arbeit manches zu wünschen übrig läfst, so bietet sie doch eine hinlängliche Anzahl von Thatsachen dar, um aus ihr die folgenden Schlüsse zu ziehen.

1. Bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol bildet sich nicht, wie man bisher geglaubt hat, eine Verbindung von Unterschwefelsäure und einem Pflanzenstoff (Schwefelweinsäure) *).

2. Dagegen entsteht hiebei eine Verbindung von überschüssiger Schwefelsäure mit Kohlenwasserstoff und den Elementen des Wassers in den Verhältnissen, welche beim Aether vorkommen, oder saurer schwefelsaurer Aether **), welcher hernach beim Sieden den in ihm enthaltenen Aether abgiebt. Die Schwefelsäure hat also dem Alkohol ein Atom Wasser entzogen, und bis so weit stimmt diefs mit der Theorie von **Fourcroy** und **Vauquelin**.

*) D. h. die Schwefelweinsäure, welche bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol entsteht, ist keine Verbindung von Unterschwefelsäure mit einem Pflanzenstoff. *P.*

**) D. h. die Schwefelweinsäure hat eine solche Zusammensetzung, dafs sie sich als saurer schwefelsaurer Aether $(2\dddot{S}+2H^4C^2+\dot{H})$ betrachten läfst. *P.*

3. Der saure schwefelsaure Aether verliert bei der Reaction, welche späterhin bei derselben Operation eintritt, den Theil der Schwefelsäure, durch den er ein saures Salz ist, oder vielmehr, er sättigt sich mit dem hiebei entstehenden Kohlenwasserstoff und bildet alsdann neutralen schwefelsauren Aether oder ein schwefelsaures Doppelsalz von Aether und Kohlenwasserstoff, von welchem ein Theil unverändert überdestillirt, ein anderer aber sich zersetzt, und zu allen den bekannten, alsdann auftretenden, Erscheinungen Veranlassung giebt.

4. Der neutrale schwefelsaure Aether *), welcher unter die wohl charakterisirten chemischen Verbindungen gestellt werden mufs, und den Aethern der dritten Gattung beigezählt werden könnte, nimmt beim Austrocknen oder beim Verweilen im Vacuo eine schöne grüne Farbe an. Durch längere Berührung mit Wasser geht er, bei gewöhnlicher Temperatur, in doppelt-schwefelsauren Aether über, indem er diejenige Menge des Kohlenwasserstoffs abgiebt, durch welche er ein neutrales Salz oder ein Doppelsalz war. Dieser Kohlenwasserstoff hat während der Verbindung eine Verdichtung in seinen Elementen erlitten, und erhält sich auch nach der Abscheidung aus dieser Verbindung in diesem Zustande, indem er dabei flüssigen Kohlenwasserstoff (Weinöl) und starren krystallisirenden Kohlenwasserstoff bildet.

5. Der doppelt-schwefelsaure Aether (die Schwefelweinsäure) verwandelt sich beim Sieden mit Wasser, ohne irgend eine Gasentwicklung, in Schwefelsäure und Alkohol.

6. Die Verbindungen, welche der doppelt-schwe-

*) D. h. der neutrale schwefelsaure Kohlenwasserstoff, der, nach Hrn. Serullas Analyse, nach der Formel: $2\dddot{S}+4H^4C^2+\dot{H}$ zusammengesetzt ist, und, weil er Wasser oder die Elemente desselben enthält, von Hrn. S. für ein Doppelsalz von schwefelsauren Kohlenwasserstoff ($\dddot{S}+2H^4C^2$) und schwefelsaurem Aether ($\dddot{S}+2H^4C^2+\dot{H}$) angesehen wird. *P.*

felsaure Aether mit den Basen, die hier den Kohlenwasserstoff *) ersetzen, zu bilden im Stande ist, und welche man *schwefelweinsaure Salze* genannt hat, sind Doppelsalze **). Auch diese verwandeln sich durch Kochen mit Wasser in Alkohol und ein saures schwefelsaures Salz, und, wenn sie im Zustande der Trockenheit erhitzt werden, liefern sie schweflige Säure, Kohlenwasserstoff, *neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff*, eine je nach der Austrocknung mehr oder weniger beträchtliche Menge Alkohol, und, als Rückstand, Kohle und ein schwefelsaures Salz mit Ueberschufs an Säure.

7 Das Weinöl und die bei Ruhe sich aus demselben absetzende krystallinische Substanz bestehen, wie schon Hr. Hennell gesagt hat, aus Kohlenstoff und Wasserstoff, in denselben Verhältnissen wie der Doppelt-Kohlenwasserstoff.

*) Nämlich den Kohlenwasserstoff, welchen der saure schwefelsaure Aether aufzunehmen hätte, um in neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff überzugehen. *P.*

**) Ist, streng genommen, ein Doppelsalz die Verbindung *einer* Säure mit zwei verschiedenen Basen, die chemische Vereinigung zweier Neutralsalze, von denen jedes auch für sich bestehen kann; so besitzen die schwefelweinsauren Salze nicht ganz den Charakter der Doppelsalze, weil wir bis jetzt den neutralen schwefelsauren Aether nicht haben für sich darstellen, d. h. den sauren schwefelsauren Aether nicht völlig mit Aether, sondern nur mit Kohlenwasserstoff haben sättigen können.

Nach dieser Betrachtung würde ich den sauren schwefelsauren Aether als eine besondere, sich ungetheilt mit den Basen verbindende, Säure betrachtet haben, für die man hätte den Namen *Schwefelweinsäure* behalten können, ohne damit die alte Bedeutung zu verknüpfen. Allein diese Hypothese würde mit dem, was man bei der Zersetzung des neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff beobachtet, unvereinbar seyn, da derselbe anfangs Weinöl und darauf Alkohol abgiebt, während er eine Quantität von Schwefelsäure zurückläfst, welche durch die beiden von ihr abgeschiedenen Körper vollständig neutralisirt war, und im Stande ist, zwei Portionen irgend einer andern Base zu sättigen.

8. Der Schwefeläther enthält, vom Beginn der Destillation an, doppelt-schwefelsauren Aether, und später eine mehr oder weniger beträchtliche Menge neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoffs, welche Producte man durch Verdampfung des Aethers schnell isolirt erhält.

9. Ein Mittel endlich, um neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff, und folglich auch Weinöl zu erhalten, besteht darin, dafs man schwefelweinsauren Kalk, als das wohlfeilste schwefelweinsaure Salz, nach dem Trocknen in einer Retorte erhitzt, und das Product auffängt.

III. *Platingewinnung am Ural.*

Die zunehmende Menge des in den Verkehr kommenden Platins ist von grofsem Interesse für alle chemischen Gewerbe. Nach officiellen Nachrichten, deren Mittheilung der Herausgeber der Annalen Hrn. A. v. Humboldt verdankt, betrug die Platin-Ausbeute am Ural im J. 1827 nur 25 Pud 30 Pfund russisch; im Jahre 1828 aber 92 Pud 17 Pfund. Die Goldausbeute am Ural 1824 stieg auf 286 Pud, ein Verhältnifs zwischen dem gewonnenen Golde und Platin, welches sehr mit dem im platinhaltigen Goldsande von Choco contrastirt.

IV. *Ueber die Windverhältnisse in Europa; von H. W. Dove*

Wären Erscheinungen wie:

Berlin, 1828

	Barometer.						Wind.					
	5 Uhr.	8 Uhr.	12 U.	2 Uhr.	6 Uhr	10 U.	5	8	12	2	6	10
Oct.												
1.	335,10	335,21	334,90	334,45	333,84	334,21	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2.	35,28	35,57	36,27	36,21	36,67	37,26	W	W	W	W	W	W
3.	37,76	38,01	38,31	38,08	38,27	38,51	W	NW	NW	N	N	N
4.	38,51	38,61	38,54	38,11	37,91	37,87	O	O	SO	SO	SO	SO

häufig, so bedürfte es keines Beweises, dafs der Wind sich hier in dem Sinne S. W. N. verändere. Wer wird aber von den Winden der gemäfsigten Zone eine ungestörte Regelmäfsigkeit erwarten. Es fragt sich nun: ist eine solche Erscheinung ein blofser Zufall, oder ist sie die reine Darstellung einer in den scheinbar willkührlichen Veränderungen der Windfahne versteckten Gesetzmäfsigkeit. Diese Frage zu beantworten, habe ich in Königsberg die Veränderungen der Windesrichtung mit dem Gange des Barometers und Thermometers, mit der Wolkenbildung, dem Eintreten von Regen und Schnee, zwei Jahre lang sorgfältig verglichen. Ich fand, dafs diese Drehung eine in allen atmosphärischen Veränderungen sich aussprechende Erscheinung sey. Dafs diefs von mir in Königsberg beobachtete Gesetz kein locales Phänomen sey, sondern für das ganze westliche Europa gelte, habe ich, Bd. 11. S. 545. dies. Annal., zu beweisen gesucht. In Bd. 13. S. 305. und 419. habe ich dann gezeigt, wie einfach sich der Zusammenhang der Hygrometeore mit dem Gange der meteorologischen Instrumente daraus ableiten lasse. In einer in demselben Bande, S. 583., befindlichen Abhandlung habe ich dann die Drehung des

Windes aus zwei über dem Beobachtungsort einander abwechselnd verdrängenden Winden abgeleitet, und in dem darauf folgenden Aufsatz: »über barometrische Minima,« gezeigt, dafs, wenn zu einer Zeit in Europa dieselbe Windesrichtung herrschend war, überall die Drehung in demselben Sinne geschieht, wenn hingegen zwei Ströme in entgegengesetzter Richtung in den untern Gegenden der Atmosphäre neben einander fliefsen, die Drehung auf zwei der Richtung jener Ströme parallelen Linien in gerade entgegengesetzten Sinn sich zeigt.

Gegen eine dieser fünf, ein Ganzes bildenden, Abhandlungen, nämlich gegen die »über mittlere Luftströme,« hat Hr. Professor Schouw in das vorige Heft einen Aufsatz einrücken lassen, welcher einige richtige Bemerkungen enthält, die ich berücksichtigen, und einige Irrthümer, welche ich berichtigen werde.

Ich habe drei Sätze behauptet:

1. Im westlichen Europa geschieht die Drehung des Windes in dem Sinne S. W. N.
2. Ueber demselben Orte giebt es zwei entgegengesetzte Luftströme, die einander gegenseitig verdrängen, so dafs eine Zeit lang der eine vorherrschend ist, dann der andere.
3. Diese Ströme liegen zu derselben Zeit, wenn man mehrere Orte zugleich betrachtet, neben einander.

1. Drehung des Windes.

Die Gründe des Hrn. Schouw gegen die Richtigkeit des Gesetzes der Drehung sind:

1. Dafs unter 1100 von Neuber zu Apenrade beobachteten Veränderungen der Windesrichtung 559 in dem von mir angegebenen Sinne geschahen, 457 im entgegengesetzten.
2. Dafs unter drei befragten Seeofficieren zwei für mich sich entschieden haben, einer gegen mich.
3. Dafs sich, wenn meine Behauptung richtig wäre,

die verschiedenen Theile der Windrose gleich verhalten müfsten, welches nicht der Fall sey.

Hätte Hr. Schouw das berücksichtigt, was ich in Beziehung auf den Ort zurückspringende Wirbel genannt habe, hätte er die Fig. 2.3.4.5. Taf. VII. betrachtet, so würde er wohl gesehen haben, dafs ich gerade behaupte, dafs die verschiedene Theile der Windrose sich nicht gleich verhalten, dafs der Wind zwischen SW. und NW. sehr häufig zurückgeht, zwischen NW. und NO. selten, zwischen ONO. und OSO. wieder häufiger, als zwischen SO. und SW., woraus von selbst sich ergiebt, dafs bei dem Zählen der Ueberschufs nicht bedeutend seyn könne. Ob derselbe sich durch längere Beobachtungen aufheben würde, konnte Hr. Schouw ja selbst untersuchen, da ihm längere Beobachtungen zu Gebote standen. Man kann alles bezweifeln, aber der Zweifel als solcher ist keine Widerlegung. Ueber meteorologische Erscheinungen werden aber bei denen, die sich nicht besonders damit beschäftigen, immer entgegengesetzte Ansichten stattfinden.

Hr. Schouw glaubt, dafs ich die Aeufserung von Le Gentil für einen Beweis meiner Ansicht halte. Der Zusammenhang der Stelle, die unmittelbar vorher citirte Bemerkung von Forster, zeigt, dafs ich nur von der südlichen Halbkugel rede. Die Beweise, auf welche ich jenes Gesetz gegründet habe, sind vielmehr folgende:

1. Die Beobachtungen von Bacon, Lampadius *) und mir.

*) Da Hr. Schouw (*Skildring af Vejrligets Tilstand i Danmark. Indledning pag.* 1.) Lampadius Beiträge zur Atmosphärologie als eins der wichtigsten meteorologischen Bücher anführt, so ist es auffallend, dafs er dieses über die Drehung des Windes geschriebene Buch gar nicht berücksichtigt hat. Obgleich die Thatsache wohl kaum einem aufmerksamen Beobachter entgangen seyn mag, die Autoritäten sich also noch sehr vervielfältigen liefsen, so will ich nur noch eine erwähnen, weil sie zeigt, dafs an den Küsten des mittelländischen Meeres die Erscheinung dieselbe ist. Poitevin (*Climat de Montpellier, p.* 65.) sagt:

2. Die Veränderungen des Barometers und Thermometers bei verschiedenen Winden.
3. Der Zusammenhang der Hygrometeore mit denselben.

Die beiden letzteren Beweise werde ich kurz wiederholen.

Aus der Berechnung der thermischen und barometrischen Windmittel ergiebt sich, dafs die Windrose zwei Pole des Druckes und der Wärme hat, d. h. dafs es zwei einander nahe gegenüberliegende Punkte in derselben giebt, an deren einem es am kältesten, am andern am wärmsten ist, und eben so zwei Punkte einen, wo das Barometer am höchsten, den andern wo es am tiefsten steht. Von dem thermischen und barometrischen Maximum der Windrose nach ihren entsprechenden Minimis nehmen die barometrischen und thermischen Windmittel continuirlich ab. Betrachtet man daher den mittleren Thermometer- und Barometerstand als Function der Windesrichtung und bezeichnet mit x den von N. nach O. gezählten Winkel, welchen die Windfahne mit dem Meridian macht, so erhält man aus 10jährigen Beobachtungen für Paris:

$$b_{(x)} = 755^{mm},928 + 3,499 \sin(x + 80^\circ\ 9') + 0,336 \sin(2x + 356^\circ\ 21')$$
$$t_{(x)} = 10^\circ,624 + 1,267 \sin(x + 252^\circ 59') + 0,194 \sin(2x + 168^\circ\ 25')$$

Durch Differentiiren dieser Formeln findet man:

das thermische Maximum fällt auf 179° 37′ S.
das barometrische Minimum fällt auf 178° 51′ S.
das thermische Minimum fällt auf 29° 8′ NNO.
das barometrische Maximum fällt auf 18° 58′ NNO.

Lorsque les vents ont soufflé du Sud et Sud-Est avec violence et amené des pluies, ils parcourent les rumbs du Sud-Ouest et de l'Ouest, et finissent par le Nordouest, qui ramène le beau tems.

Les vents de nord et de Nord-est passent souvent par l'est, et sont remplacés par de vents marins (S. SE.).

Il est rare que les vents de nord passent directement au Nord-ouest: cependant cela arrive quelque fois; ils parcourent ordinairement l'horizon en passant par l'Est.

Poitevin hat aber 35 Jahre beobachtet.

Diefs zeigt, dafs der Kältepol der Windrose zugleich der Pol des höchsten Druckes ist, der Wärmepol dem barometrischen Minimum entspricht.

Geht man nun von SW. durch W. bis NO., so nehmen die mittleren Barometerstände zu, die mittleren Thermometerstände ab, von NO, durch O. bis SW. jene ab, diese zu, geht man hingegen in der entgegengesetzten Richtung durch die Windrose, nämlich von SW. durch O., so nehmen bis NO. die mittleren Barometerstände zu, die Thermometerstände ab, hingegen von NO. durch W. bis SW. die mittleren Barometerstände ab, die mittleren Thermometerstände zu. Was in den barometrischen und thermischen Windmitteln sich ausspricht, mufs auch in dem Uebergang derselben in einander, oder mit andern Worten, in den mittleren barometrischen und thermischen Veränderungen sich zeigen. Zunächst folgt, dafs sich überhaupt die barometrischen Veränderungen umgekehrt wie die thermischen verhalten müssen, dafs ein Steigen des Barometers mit einem Fallen des Thermometers, und umgekehrt verbunden seyn mufs. In Beziehung auf die Veränderungen der Windesrichtung sind aber drei Fälle möglich:

1. Der Wind dreht sich im Sinne S. W. N.
2. - - - - - - S. O. N.
3. Es giebt gar kein Gesetz.

Nennen wir nun der Kürze wegen den Theil der Windrose von SW. durch W. bis NO. die *Westseite*, den Theil von NO. durch O. bis SW. die *Ostseite* der Windrose, so wird:

im ersten Fall
auf der Westseite das Barom. continuirlich steigen, das Therm. fallen
- - Ostseite - - - fallen, - - steigen
im zweiten Fall
auf der Westseite das Barom. continuirlich fallen, das Therm. steigen
- - Ostseite - - - steigen - - fallen

im dritten Fall wird weder auf der einen noch auf der andern Seite ein continuirches Fallen oder Steigen stattfinden können.

Um zu untersuchen, welches unter diesen drei möglichen Fällen der in der Natur wirklich stattfindende sey, kommt es nur darauf an, bei den verschiedenen Winden die Veränderungen des Thermometers und Barometers zu berechnen. Ich habe diefs für Paris gethan, und entlehne aus Bd. 11. S. 555. und Bd. 13. S. 313. die mitgetheilten Veränderungen beider Instrumente in 12 Stunden, als Mittel fünfjähriger Beobachtungen, nebst den aus 10 Jahren bestimmten Mitteln. Das + Zeichen bedeutet Steigen, das — Zeichen Fallen.

	NNO.	NO.	ONO.	O.	OSO.	SO.	SSO.	S.
Barometr. Mittel	759,56	759,12	758,05	756,55	754,94	753,58	752,72	752,46
Therm. Mittel	9°,26	9,31	9,66	10,21	10,85	11,41	11,66	11,87
Veränd. d. Bar.	— 0,11	— 0,14	— 0,79	— 1,09	— 1,30	— 1,21	— 0,69	— 1,01
Veränd. d. Therm.	+ 0,28	+ 0,69	+ 0,60	+ 0,61	+ 2,51	+ 1,14	+ 0,78	+ 0,05

	SSW.	SW.	WSW.	W.	WNW.	NW.	NNW.	N.
Barometr. Mittel	752,74	753,40	754,31	755,35	756,47	757,61	758,63	759,35
Therm. Mittel	11,78	11,55	11,27	10,95	10,61	10,22	9,81	9,45
Veränd. d. Bar.	— 1,16	+ 0,12	+ 0,04	+ 1,08	+ 1,17	+ 1,22	+ 1,11	+ 0,47
Veränd. d. Therm.	+ 0,08	— 0,46	— 1,22	— 0,65	— 0,92	+ 0,26	+ 0,44	+ 0,38

Diefs spricht evident für den ersten Fall. Aber Hr. Schouw hat sich für den dritten entschieden, dafs es gar kein Gesetz gebe, dafs daher die Winddrehung nach der Seite am häufigsten geschehe, von welcher die Winde am häufigsten wehen. Wäre diefs richtig, so müfste, wenn wir selbst nur die acht Hauptwinde betrachten (da die Zwischenwinde zu selten angegeben zu seyn scheinen), da ihre Anzahl:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
133	198	99	130	213	313	293	142

der Barometer steigen (Therm. fallen) von O. bis NO. und N. bis NO.
- - fallen (- steigen) - O. - SW. - NW. - SW.

Da diefs nicht stattfindet, so scheint diese »so nahe liegende Erklärung« des Hrn. Schouw nicht die richtige.

Der von den Hygrometeoren abgeleitete Beweis ist folgender. Ich habe durch Beobachtungen gefunden:

1. Dafs die Niederschläge des atmosphärischen Wasserdampfes, als Schnee und Regen, in der Regel mit Veränderungen der Windesrichtung verbunden sind.
2. Dafs während eines Niederschlags sich das Barometer und Thermometer desto stärker verändert, je entschiedener die mit dem Niederschlag verbundene Aenderung der Windesrichtung ist.
3. Dafs auch hiebei der Gang des Thermometers und Barometers sich umgekehrt verhalte.
4. Dafs im Winter diefs sich auch in der Form des Niederschlags zeigt: Schnee mit fallendem Barometer wird Regen, Regen mit steigendem Barometer Schnee, Schnee mit steigendem Barometer zeigt neue Kälte an, Schnee mit fallendem Barometer eine Mäfsigung derselben.
5. Die Bildung des Cirrus ist mit Fallen des Barometers und Steigen der Wärme, die Bildung des Cumulostratus mit Steigen des Barometers und Wärmeabnahme verbunden.
6. Bei entschiedenem Steigen des Barometers brechen

die Wolken, es folgt Helle auf Trübung, bei entschiedenen Fallen des Barometers verwandelt sich der Cirrus in den Nimbus, es folgt Trübung auf Helle.

Ich schliefse daraus, dafs in unsern Breiten die meisten Niederschläge aus der Vermischung ungleich erwärmter Winde entstehen.

In Beziehung auf die Drehung des Windes fragt es sich nun, ob die Hygrometeore das in den übrigen Veränderungen gefundene Gesetz unterbrechen, oder ob sie es bestätigen.

Die von den Veränderungen der Windesrichtung abhängigen Niederschläge werden überhaupt in zwei grofse Classen zerfallen:

1. Die Niederschläge, welche dadurch entstehen, dafs ein kälterer Wind auf einen wärmeren folgt.
2. Die Niederschläge, welche dadurch entstehen, dafs ein wärmerer Wind auf einen kälteren folgt.

Ich habe nun durch Beobachtungen gefunden:

1. Dafs bei den Niederschlägen der Westseite das Barometer steigt, das Thermometer fällt.
2. Dafs bei den Niederschlägen der Ostseite das Barometer fällt, das Thermometer steigt.

Dafs die Niederschläge der Westseite ein Uebergang von der Trübung zur Helle, die der Ostseite ein Uebergang der Helle zur Trübung sind.

Ich schliefse daraus, dafs die Niederschläge der Westseite dadurch entstehen, dafs ein wärmerer Wind von einem kälteren verdrängt wird, dafs die Niederschläge der Ostseite hingegen das Resultat des Verdrängens eines kälteren Windes durch einen wärmeren sind. Da nun die nördlichen Winde die kälteren und schwereren sind, die südlichen die wärmeren leichteren, so entstehen also:

Die Niederschläge der Westseite dadurch, dafs nördliche Winde auf südliche folgen.

Die Niederschläge der Ostseite dadurch, dafs südliche Winde auf nördliche folgen.

Zusammen ausgesprochen heifst diefs: bei den Niederschlägen ist die Drehung:

S. W. N. O. S.

Um nun zu untersuchen, ob das in Königsberg beobachtete Verhalten auch an andern Orten sich zeige, habe ich für 10 Jahre die Veränderungen des Barometers in 12 Stunden während des Regens für Paris berechnet. Ich erhielt, wenn + Steigen, — Fallen bedeutet (in der, Bd. 90. S. 321. dies. Ann., mitgetheilten Tafel sind in den Differenzen einige Druckfehler, welche ich hiermit verbessere), als Veränderung in 12 Stunden.

	NO.	ONO.	O.	OSO.
Anzahl	2	1	9	4
Veränd. d. Therm.	+1,33	+4,03	+0,01	+1,75
Veränd. d. Barom.	+0,38	—1,06	+1,43	—0,77

	SO.	SSO.	S.	SSW.
Anzahl	13	7	77	19
Veränd. d. Therm.	+3,87	+0,45	+0,1	+0,03
Veränd. d. Barom.	—0,49	—1,00	—0,70	—0,68

	SW.	WNW.	W.	WNW.
Anzahl	94	26	77	10
Veränd. d. Therm.	—1,18	—0,68	—1,21	—1,26
Veränd. d. Barom.	—0,17	+0,02	+2,39	+3,17

	NW.	NNW.	N.	NNO.
Anzahl	25	1	18	2
Veränd. d. Therm.	—0,54	+0,78	+1,34	—0,77
Veränd. d. Barom.	+3,02	+1,69	+1,49	+0,01

Die Pariser Beobachtungen bestätigen also das für Königsberg gefundene Resultat.

Ich schliefse hieraus, dafs für das westliche Europa als erwiesen anzunehmen ist, dafs der Wind sich im Mittel in dem Sinne S. W. N. verändere.

II. Veränderliche Ströme über demselben Ort.

Besonders im Winter, der Zeit, wo wegen der grösseren Temperaturdifferenzen der nördlich und südlich von dem Beobachtungsorte gelegenen Gegenden alle Witterungserscheinungen fast nur durch die Winde bedingt sind, habe ich durch Vergleichung der unten beobachteten Windesrichtung mit dem Zuge der höheren Wolken und der Richtung der Streifen des Cirrus gefunden, dafs bei SW. und NO. Winden die untere Windesrichtung auch dem Zuge der höchsten Wolken entspricht, dafs hingegen bei W. und NW., bei O. und SO. die Richtung der Windfahne und der tieferen cumulusartigen Wolken rechtwinklig auf der oberen Windesrichtung ist. Aufserdem habe ich bemerkt, dafs, wenn nach einem barometrischen Minimum bei SW. der Wind sich nach Westen wendet und nach Norden herumgeht, dunkle gebirgsartige Cumulostrati vom Westhorizont heraufrükken, vor welchen unmittelbar ein kalter Wind herweht, welcher das Barometer erhebt, und im Winter mit dichtem Schneegestöber, im Frühling mit Graupelschauern, im Sommer mit Blitzschlägen verbunden ist. Diese Erscheinung wiederholt sich gewöhnlich sehr häufig, während der durch die Zwischenräume der untern Wolkenmassen in den obern Luftregionen sichtbare Cirrus ungestört in seiner Richtung von SW. nach NO. stehen bleibt, mit jedem neuen Niederschlag steigt das Barometer sprungweise, doch rückt die untere Wolkenbildung immer höher hinauf, endlich bricht die Wolkendecke; eben so verschwindet, bei raschem Durchgange der Windfahne durch N. nach NO., oben der Cirrus. In NO. bleibt die Windfahne stehen, der Himmel ist vollkommen heiter, das Barometer hat, so wie die Kälte, ihr Maximum erreicht. So wie das Barometer zu fallen anfängt, erscheinen auf dem dunkeln Himmelsgrunde feine Cirri in der Richtung von S. oder SW. nach N. oder NO., wel-

che sich immer mehr zu jenem weifslichen Ueberzuge verdichten, welcher der Bildung von Höfen um Sonne und Mond vorzüglich günstig ist, die daher mit Recht als ein Anzeichen schlechten Wetters angesehen werden. Die Windfahne zeigt mit fallendem Barometer O. und SO., also rechtwinklig auf die Richtung des Cirrus. Sind Cumuli in den unteren Gegenden der Atmosphäre, so werden sie allmälig von dem sichtbar herabkommenden Cirrus aufgenommen, und häufig regnet es dann im Winter, während unten der Boden noch hart gefroren ist. Durch S. geht die Windfahne rasch hindurch, es regnet mit gewöhnlich stürmischem SW. *).

Aus diesen Beobachtungen schliefs ich:

Dafs es zwei einander entgegengesetzte Winde giebt, welche durch die ganze Atmosphäre hindurchwehen;

bemerke aber ein- für allemal, dafs, was ich von SW. und NO. sage, für viele Orte von W. und O. gilt, dafs auch an demselben Orte sich die Richtung jener Hauptwinde in den verschiedenen Jahreszeiten verändert.

Diese Winde nenne ich *Luftströme*, und zwar den einen den *nördlichen*, den andern den *südlichen*. Aus den früher angeführten Beobachtungen folgt, dafs die Erscheinungen der *Westseite* ein Uebergang des südlichen Stromes in den nördlichen sind, und zwar geschieht das Verdrängen des südlichen Stromes durch den nördlichen zuerst in den unteren Gegenden der Atmosphäre, dann

*) Man wundert sich häufig, warum, wenn nach einer heftigen Kälte SW. weht, auch sogleich Thauwetter eintritt. Diefs kommt daher, weil der SW. schon durch die ganze Atmosphäre vorher hindurch gedrungen war, nur noch nicht unten. So beobachtete ich am 18. Januar 1828, dafs nach dem barometrischen Maximum der warme Wind mit stark fallendem Barometer in den höheren Gegenden der Atmosphäre schon so sehr das Uebergewicht erhalten hatte, dafs, während es unter — 5° war, theils wirklicher Regen fiel, theils durchsichtige Eisstückchen, denen man es ansah, dafs sie nur im Fallen gefrorene Regentropfen waren.

auch in den oberen. Die Erscheinungen der *Ostseite* hingegen sind ein Uebergang des nördlichen Stromes in den südlichen, und das Verdrängen des nördlichen Stromes durch den südlichen geschieht zuerst in den oberen Gegenden der Atmosphäre, dann auch in den unteren. Westliche und östliche Winde haben daher beide über sich südliche, aber mit dem Unterschiede, dafs bei Westwinden die obere Windesrichtung durch die untere, bei Ostwinden die untere durch die obere verdrängt wird.

Diese Ansicht habe ich, glaube ich, deutlich genug ausgesprochen:

Seite 590. »Wir müssen vorzüglich das fest halten, dafs die mittlere Windesrichtung eine Abstraction ist, welche nie zur Erscheinung kommt. Die Thatsache ist, dafs an einem bestimmten Orte die Luft eine Zeit lang nach Süden strömt, dann wieder nach Norden. Die Dauer, dieser Ströme, ihre relative Geschwindigkeit zusammen betrachtet, giebt die mittlere Windesrichtung. Die Wochen lang fast unverändert bleibende NO. zeigende Windfahne ist mir der gesehene nördliche Strom, der eben so lange wehende SW. mit immer erneuertem Niederschlag der gesehene südliche Strom, die, sich gegenseitig zur Seite verdrängend, in ihrem Uebergang die Mittelwinde erzeugen, wobei es gleichgültig ist, ob der NO. Strom eine mehr östliche Richtung hat, der SW. Strom eine mehr westliche.« Seite 314. »Denken wir uns die Niederschläge überhaupt entstehend aus den Temperaturdifferenzen der entschieden nördlichen und südlichen Winde, so werden wir die Winde W. und O. als die indifferenten Mitten beider anzusehen haben, so dafs von W. durch N. nach O. der nördliche, von O. durch S. nach W. der südliche das Uebergewicht hat.

Das Charakteristische dieser Ströme ist, dafs sie für die meteorologischen Elemente Extreme seyn müssen.

Als Beispiel Hamburg:

Ba-

	N.	NO.	O.	SO.
Barometer	336,4	336,8	336,3	336,2
Thermomet.	6,4	6,1	6,7	7,6
Hygrometer	70,2	68,7	70,1	73,6
unter 1000 Beob. Frost	180	230	231	124
unter 1000 Beob. Thauwetter	8	5	6	26

	S.	SW.	W.	NW.
Barometer	334,9	334,6	335,5	336,2
Thermomet.	8,0	8,1	7,4	6,7
Hygrometer	74,0	74,2	73,8	71,1
unter 1000 Beob. Frost	60	36	37	68
unter 1000 Beob. Thauwetter	31	35	20	14

Entstehen nun die Niederschläge aus dem Uebergang dieser Ströme in einander, so werden die Extreme derselben, wegen des Gesetzes der Drehung, nicht auf SW. und NO., sondern auf W. und O. fallen müssen.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Regen	217	131	102	147	260	305	334	289
Regen, Schnee etc.	266	191	169	181	291	343	382	344

Aber ein Hauptgrund, gewisse Punkte der Windrose, als die der Richtung der Ströme entsprechenden, anzusehen, mufs natürlich in der Anzahl der Winde gesucht werden. Ich glaubte darauf hinreichend aufmerksam gemacht zu haben, Seite 593., »Die Winde selbst aber, welche der Richtung der Ströme entsprechen, und einander in der Windrose gerade gegenüber liegen, müssen, *in Beziehung auf ihre Anzahl, Maxima seyn.* Diefs beweisen aufser den Pariser Beobachtungen fast alle von Schouw mitgetheilten Tafeln, nur dafs, wo die Windesrichtung eine mehr westliche ist, die Maxima nicht auf SW. und NO., sondern auf W. und O. fallen, z. B. Berlin.«

Da wo diese Erscheinung am reinsten hervortritt, nehmen von den beiden Maximis der Anzahl, nach den beiden Minimis, die Zahlenwerthe der Winde continuirlich ab. Aber natürlich verhält sich die Luft nicht so

wie ein in ein Bette eingeschlossener Fluſs. Während im Herbst das barometrische Minimum zwischen SSW. und S. fällt, fällt es im Sommer zwischen S. und SSO., im Frühling auf SSO., im Winter hingegen auf S. Der nördliche Strom, im Winter mehr nach Ost fallend, rückt im Sommer mehr nach West hin, der südliche Strom fällt im Sommer mehr nach O, im Winter mehr nach West. In dem jährlichen Mittel erscheinen daher erst bei längeren Beobachtungsreihen die sich in den einzelnen Jahreszeiten in Beziehung auf ihre Richtung verschiebenden Ströme gleichsam fixirt an bestimmten Punkten der Windrose, ja oft lassen sich die Eigenthümlichkeiten der Jahreszeiten selbst nach langen Beobachtungsreihen im jährlichen Mittel erkennen. Eben so zeigen sich Abweichungen, wenn man einzelne Jahre mit einander vergleicht. Einzelne Beispiele werden dieſs erläutern.

1) In Beziehung auf die Dauer der einzelnen Winde hat die Windrose zwei einander gegenüberliegende Maxima mit continuirlicher Abnahme nach den Minimis.

Nach 20jährigen Beobachtungen in Hamburg wehten länger als 5 Tage:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
2	25	51	22	—	70	93	34

In Beziehung auf die Anzahl finden wir:

O r t.	Anzahl d. Jahre.	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Maxima fallen auf:
Hamburg	30	381	1130	1339	1134	504	2164	2696	1600	O. und W.
Apenrade	9	700	1183	1684	847	739	1368	1749	1585	dito
Copenhagen	50	4910	4861½	6607½	5918½	7051	9361	10448	6892½	dito
Berlin	25	1068	1965	3227	2658	1349	6031	6149	4826	dito
Petersburg	20	852	772	961	680	835	905	1292	1009	dito
Lüneburg	10—20	16	31	35	32	29	63	97	62	dito
Keswick	5	5	6	15	9	15	17	24	9	dito
Gosport	3	10	9	14	8	11	13	21	14	dito
Kerk	2	11	7	14	6	10	15	22	15	dito
München	7	6	5	18	4	10	20	34	3	dito
Würzburg	5	11	9	10	6	9	16	23	16	dito
Erfurt	5	5	7	21	5	4	17	29	12	dito
Mailand		7	13	26	9	4	12	20	9	dito
Padua		8	17	28	4	7	12	21	3	dito
Paris	27	1589	2432	735	1170	1319	3630	1265	1560	auf NO. u. SW.
New Malton	6	15	15	6	5	15	22	13	9	dito
Kendal	5	9	22	3	5	6	38	11	6	dito
London	12	283	584	322	321	235	989	478	689	dito mit (NW.)
Sagan	5	6	12	9	9	17	24	11	12	dito
Mansfield, Woodhouse	10	131	395	195	195	176	994	702	682	dito mit (SO.)

Ort.	Anzahl d. Jahre.	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Maxima fallen auf:
Manchester . . .	3	0	10	5	12	10	39	12	12	N. und O. mit (SO.)
Skagen	9	699	$1265\frac{1}{2}$	$796\frac{1}{2}$	$1493\frac{1}{2}$	$1183\frac{1}{2}$	2328	1761	1230	dito —
Southwick . . .	11	249	492	291	376	276	1116	367	784	dito (NW.u.SO)
Chenie Manse . .	4	3	11	9	11	2	28	15	21	dito dito
Manheim	10	1133	1399	1283	$1345\frac{1}{2}$	1038	$1707\frac{1}{2}$	1274	1539	dito dito
Viborg	1	1	11	4	16	2	30	9	27	— —
Oestlicher Theil des mittelländ. Meeres	3	106	19,6	23,3	16	33,6	13,6	49,3	26,3	N. u. S. mit (O. u. W.)
Regensburg . . .	7	9	12	13	15	2	8	20	21	NW. u. SO.
Amsterdam . . .	54	$27\frac{1}{2}$	$33\frac{3}{4}$	$54\frac{3}{4}$	$27\frac{1}{2}$	$31\frac{3}{4}$	$77\frac{1}{4}$	$66\frac{1}{2}$	40	O. u. SW.
Stuttgard		20	60	99	6	16	101	51	12	dito
Toulouse	10	38	25	10	89	6	13	95	89	W. u. SO.
Christiansöe . . .	8	441	819	859	969	702	1426	1631	1105	dito
Montpellier . . .	37?	74	58	52	29	31	10	35	76	NW. u. S.
Stockholm . . .	4	15	11	11	9	12	14	19	9	N. u. W.
Kasan	1	67,5	42	4	102	88	80	7	35,5	N. u. SO.
Söndmör	12	697	252	388	434	939	239	1390	199	N. u. S. mit (W.)
Cuxhaven	10—20	31	27	49	36	22	72	56	72	O. u. W. mit (NW.)
Moskow	5	25,6	35,8	81,6	36,7	54,9	38,3	58,8	33,3	O. u. W. mit (S.)

Unter den 38 verglichenen Orten finden wir 14 Orte, wo die Maxima auf O. und West fallen, und zwar mehr im nordöstlichen Europa, 12 wo die Ströme auf NO. und SW. fallen, und zwar mehr in den südwestlichen Theilen in Europa. Bemerkenswerth ist, dafs, weil besonders in der Nähe des Meeres die Extreme der Wärme und Kälte im Sommer auf NW. und SO., im Winter auf NO. und SW. fallen, an 4 Orten schwächere Zwischenströme hervortreten, die in 5 andern Orten noch etwas bemerklich sind. Jene Verrückung des Kältepoles und Wärmepoles der Windrose in den Jahreszeiten habe ich für Paris früher nachgewiesen. An 7 Orten fallen die Extreme einander nicht genau gegenüber, und an 2 tritt noch ein kleineres Maximum ein.

Aehnliche Abweichungen zeigen sich natürlich in den einzelnen Jahren.

So fielen nach 51jährigen Beobachtungen in Berlin

die Maxima auf	O.	und W.	in 11	Jahren
-	NO.	- SW.	- 4	-
-	NW.	- SO.	- 1	-
-	NO. u. SW.	- NW. u. SO.	- 3	-
			19	
auf	O.	und SW.	in 18	Jahren
-	NO.	- W.	- 1	-
-	SO.	- W.	- 4	-
			23.	

In 9 Jahren trat ein drittes Maximum hervor.

Beispiele eines Maximum und eines Minimum habe ich nur gefunden in:

	Jahr	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Hofmansgave	4	7	9	10	14	14	20	15	11
Lancaster	6	4	10	10	10	15	26	19	6
Göttingen		10	10	9	13	17	16	13	12

und die Maxima auf zwei südliche Winde fallend in:

	Jahr	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Penzance	4	9	7	8	16	9	19	16	16

Die Uebereinstimmung, die sich auch in dieser Beziehung unter den meisten verglichenen Orten zeigt, scheint uns zu dem Schlusse zu berechtigen, daſs in Europa vorzüglich zwei Luftströme mit einander abwechseln, die für alle meteorologische Erscheinungen sich als Extreme geltend machen, und im westlichen Europa mehr auf SW. und NO. fallen, im östlichen und nördlichen Europa mehr W. und O. werden. Wodurch diese Ströme entstehen, wie weit sie sich östlich und westlich erstrecken, kann nur aus einer Vergleichung der Windverhältnisse der ganzen nördlichen Hemisphäre sich ergeben. Ich werde daher im folgenden Hefte die aus den europäischen Beobachtungen gefundenen Resultate mit den Windverhältnissen Nordamerika's und Nordasiens vergleichen, und den einfachen Zusammenhang derselben mit den Passatwinden der Tropen zeigen.

V. *Bromkohlenstoff, eine neue Verbindung von Brom und Kohlenstoff, und über die Jodkohlenstoffe; von Hrn.* Serullas.

(*Annal. de chim. et de phys. XXXIX. p.* 225.)

Als ich die beiden Verbindungen von Jod und Kohlenstoff entdeckte *), nannte ich sie: *proto-hydriodure* und *per-hydriodure de carbone*, weil ich den Wasserstoff als einen ihrer Bestandtheile ansah.

Bei einer Untersuchung dieser Verbindungen hat Hr.

*) *Ann. de chim. et de phys. XXII. p.* 172. und *XXV. p.* 311. (dies. Ann. Bd. 81. S. 326. und Bd. 85. S. 340.)

Mitscherlich bewiesen, dafs sie keinen Wasserstoff enthalten *). Seitdem habe ich selbst mich davon überzeugt, und gesehen, dafs der von mir gefundene Wasserstoff, dessen Menge ich *nur durch Induction* bestimmt hatte **), davon abhängt, in welchem Grade der Austrocknung man diese Substanz der Analyse unterwirft. Diese Verbindungen sind mithin Jodkohlenstoffe.

In einer späteren Abhandlung, in welcher ich den Bromwasserstoffäther, das Bromcyan u. s. w. kennen lehrte ***), fand ich, dafs das Brom in seiner Wirkung auf den Jodkohlenstoff im Max. dem Chlor ähnlich sey, und ich führte an, dafs sich dabei eine flüssige Verbindung bilde, welche der, die ich *proto-hydriodure de carbone* genannt hatte, ganz ähnlich sey, ungeachtet sie Brom statt Jod enthalte. Da ich wegen der geringen Menge, die mir zu Gebote stand, keine genaue Untersuchung mit diesem Körper vornehmen konnte, so meinte ich, derselbe müfste identisch seyn mit dem, welchen Hr. **Balard** bei Behandlung des Kohlenwasserstoffs mit Brom erhalten hatte. Als ich aber, durch die Beobachtung des Hrn. **Mitscherlich** eines Besseren belehrt, meine Versuche wiederum vornahm, fand ich, dafs die Flüssigkeit, welche bei der Einwirkung des Broms auf den Jodkohlenstoff im Maximo entsteht, ein neuer aus Brom und Kohlenstoff zusammengesetzter Körper, ein wirklicher

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 84. (aus dies. Ann. Bd. 87. S. 163.)

**) *Ibid. T. XXII. p.* 24. Ich sagte bei der Analyse mittelst Kupferoxyd: „Die Menge des gebildeten Wassers habe ich nicht durch die Gewichtszunahme des Chlorcalciums, von welchem ich dasselbe absorbiren liefs, bestimmen können; dessen ungeachtet ist die Wasserstoffmenge bekannt, durch die Angaben, welche aus dem jodsauren Salze für das Jod, und aus der Kohlensäure für die Kohle erhalten wurden."

***) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXIV. p.* 95. (dies. Annal. Bd. 85. S. 338.)

Bromkohlenstoff sey, der von Hrn. Balard dagegen ein Bromkohlenwasserstoff.

Dieser Bromkohlenstoff könnte, hinsichtlich seiner physikalischen Eigenschaften, mit dem Jodkohlenstoff im Minimo verwechselt werden, was ich auch schon bemerkte, als ich zum ersten Male die Existenz derselben anzeigte *). Beide sind unter Wasser, unmittelbar nach ihrer Bereitung, von gleichem Ansehen; allein nach einer gewissen Zeit färben sie sich verschiedenartig; der Bromkohlenstoff wird gelbroth und der Jodkohlenstoff dunkelroth. Beide sind schwerer als Wasser, haben denselben ätherartigen, durchdringenden Geruch, und einen sehr intensiv süfsen, nachhaltigen, etwas kühlenden und stechenden Geschmack. Sie entfärben sich in einer Lösung von kaustischem Kali, mit welcher man sie waschen mufs, um die fremdartigen Substanzen zu entfernen, die sich, in Folge des zu ihrer Bereitung angewandten Verfahrens, in ihnen befinden.

Für den Jodkohlenstoff im Min. besteht diefs Verfahren darin, dafs man Doppelt-Chlorquecksilber und Jodkohle im Max. zu gleichen Theilen recht genau mit einander mengt und destillirt **).

Für den Bromkohlenstoff aber darin, dafs man einen

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXIV. p.* 97. (dies. Annal. Bd. 85. S. 339.)

**) Ich will die Verdienste, welche Herr Mitscherlich sich um die Bereitung des Jodkohlenstoffs im Minimo dadurch erwarb, dafs er Doppelt-Chlorquecksilber statt des von mir gebrauchten Chlorphosphors anwandte, keinesweges herabsetzen, noch die Priorität derselben in Anspruch nehmen. Allein da ich meine Untersuchungen über diesen Gegenstand fortsetzte, fand ich, fast unmittelbar nach Bekanntmachung meiner Abhandlung, dafs mehrere Chlormetalle, wie z. B. Quecksilberchlorür und Quecksilberchlorid, Chlorblei und Chlorzinn, durch ihre Einwirkung auf den Jodkohlenstoff im Max. dieselben Resultate gaben wie der Chlorphosphor, den ich wegen seiner zu unbequemen Anwendung auch sogleich verliefs.

Ueberschufs von Brom (2 Th.) auf den Jodkohlenstoff im Max. (1 Th.) schüttet.

Es bildet sich zugleich ein Subbromüre von Jod, daran kenntlich, dafs es auf Zusatz einer Aetzkalilösung anfangs viel Jod absetzt; wenn man also durch einen hinlänglichen Zusatz von Kali das Jod wieder aufgelöst hat, sind in der Flüssigkeit: Bromkohle, jodwasserstoffsaures, bromwasserstoffsaures und jodsaures Kali. Das letztere Salz findet sich wegen seiner geringen Löslichkeit mit dem flüssigen Bromkohlenstoff gemengt. Die Trennung beider mufs man in einem Trichter mit Hahne freiwillig vor sich gehen lassen, damit man nicht genöthigt ist, eine zu grofse Menge Wasser hinzuzufügen, welches mit dem jodsauren Kali zugleich auch viel Bromkohlenstoff lösen würde, wogegen dieser nach langer Ruhe das jodsaure Kali auf seiner Oberfläche absetzt, und die ihm angehörige Durchsichtigkeit annimmt. In welchem Ueberschufs man auch das Brom angewandt haben mag, so bleibt doch immer der Bromkohle eine gewisse Menge von entstandenem Jodkohlenstoff im Min. beigemischt; wenn man aber das Product unter schwach mit Kali versetzten Wasser stehen läfst, so zersetzt sich der Jodkohlenstoff gleichzeitig mit ein wenig vom Bromkohlenstoff, welcher wegen seiner gröfseren Menge endlich rein zurückbleibt.

Auch durch ein sehr merkwürdiges physikalisches Kennzeichen unterscheidet sich der Bromkohlenstoff vom Jodkohlenstoff im Min. Der erste, bis zu 0° C. erkältet, erstarrt, und ist dann hart und wohl krystallisirt; dieselbe Eigenschaft habe ich auch beim Bromkohlenwasserstoff gefunden, welcher bis + 6° oder 7° C. starr bleibt, während der Jodkohlenstoff im Minimo seinen flüssigen Zustand bis zu den niedrigsten Temperaturen behält. Im Augenblick, wann der Bromkohlenstoff wieder flüssig wird, was bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich langsam geschieht, sieht man, wenn man den flüssigen Theil ausfliefsen läfst, eine Menge vollkommen durchsichtiger Krystallblättchen.

Der Bromkohlenstoff, mittelst eines mit ihm benetzten Papiers über der Weingeistflamme erhitzt, giebt gelbrothe Dämpfe von Brom.

Der Jodkohlenstoff i. Min. stöfst, bei derselben Probe, viele violette Dämpfe aus, welche Kleister blau färben.

Weder der eine noch der andere brennt mit Flamme; die Trennung der Elemente geschieht in diesem Falle in Brom oder Jod, und in Kohle oder Kohlensäure.

Der Bromkohlenwasserstoff brennt in dem nämlichen Falle mit einer kleinen grünen Flamme, unter Bildung von Bromwasserstoffsäure.

Alle drei, auf einen glühenden Porcellanscherben geschüttet, zeigen also Kennzeichen, wodurch sie von einander zu unterscheiden sind.

Der Bromkohlenstoff im Minimo hat gleich dem Jodkohlenstoff im Minimo keine Einwirkung auf das Wasser, womit er übergossen wird; nur zerfallen beide sehr langsam, und es findet dabei durch das freiwerdende Jod oder Brom eine Färbung statt, während der Kohlenstoff sich wahrscheinlich in einer zugleich erscheinenden weifsen, flockigen Substanz findet. Wenn man aber eine Lösung von kaustischem Kali hinzufügt, so wird das Wasser unter Bildung von Bromkalium langsam zersetzt, und gleichzeitig ein Gas entwickelt, wahrscheinlich Kohlenoxydgas, das aus dem Sauerstoff des Wassers und dem Kohlenstoff der Bromverbindung gebildet worden ist.

Wenn man eine alkoholische Lösung von Brom mit einer alkoholischen Lösung von Kali vermischt, so wird die Flüssigkeit zuckersüfs und aromatisch riechend; ein Resultat, welches ohne Zweifel von der Bildung eines Bromkohlenstoffs abhängt, weil man durch dasselbe Verfahren Jodkohlenstoff erhält. Ich habe indefs weder durch Wasser, noch durch die gelindeste Destillation irgend eine Spur desselben abscheiden können, welche Concentration ich auch den Flüssigkeiten gab, die auf einander einwirken mufsten. Wahrscheinlich wird der Bromkoh-

lenstoff nur in geringer Menge erzeugt, und von dem Wasser, welches man seiner Lösung in Alkohol hinzufügt, aufgelöst gehalten; denn der Bromkohlenstoff und der Jodkohlenstoff im Minimo sind löslich genug in Wasser, um diesem einen sehr merklichen süfsen Geschmack zu ertheilen.

Analyse des Jodkohlenwasserstoffs im Maximo.

1. *Versuch.* 1 Grm. Jodkohlenstoff im Max. mit Kupferoxyd und Kupferspähnen behandelt, gab, bei 0° C. und $0^m,76$:

Kohlensäure	0,0578 Liter	Kohlenstoff	=0,03104

2. *Versuch.* 1 Grm. gab:

Kohlensäure	0,05868 Liter	Kohlenstoff	=0,03151
Summe des Kohlenstoffs in beiden Versuchen			=0,06255.

Der Rückstand bei beiden Versuchen wurde mit Kaliwasser gewaschen, bis alles ausgezogen war. Das Waschwasser, bis zu einem gewissen Punkte eingedampft, gab, mit salpetersaurem Silber und Salpetersäure:

Jodsilber 3,396 Grm., also Jod =1,800

Nach diesen Resultaten mufs man annehmen, dafs der Jodkohlenstoff im Max. aus 3 Atomen Jod und 2 At. Kohlenstoff besteht, weil man, in dieser Annahme, bei beiden Versuchen gehabt haben würde:

Kohlenstoff		0,0625	= 2 Atomen
Jodsilber	3,650 Grm. = Jod	1,9375	= 3 Atomen
		1,0000.	

Der Jodkohlenstoff im Min. würde, nach gleichen mit ihm vorgenommenen Versuchen, bestehen aus:

Jod	0,99528	= 1 Atom
Kohlenstoff	0,00462	= 1 Atom.

Die Analogie, welche zwischen den Verbindungen des Chlors, Broms und Jods stattfindet, ist besonders merkwürdig bei den Verbindungen dieser Körper mit

Kohlenwasserstoff und Kohlenstoff. Wir kennen nämlich:

1. Drei Aetherarten, welche, nach Hrn. Chevreul, als chlorwasserstoffsaurer, bromwasserstoffsaurer und jodwasserstoffsaurer Kohlenwasserstoff angesehen werden.

2. *Chlor und Kohlenstoff.* Zwei Chlorkohlenstoffe*), einen starren und einen flüssigen, beide von aromatischem, campherartigem Geruch.

3. *Brom und Kohlenstoff.* Bis jetzt nur einen einzigen Bromkohlenstoff, der flüssig ist, einen durchdringenden ätherischen Geruch besitzt, bei 0° C. erstarrt, und *sehr süſs* schmeckt.

4. *Jod und Kohlenstoff.* Zwei Jodkohlenstoffe, einen starren krystallisirenden, von aromatischem starkem safranartigen Geruch, und einen flüssigen, von durchdringendem ätherischen Geruch, beide von *süſsem* Geschmack.

5. *Chlor und Kohlenwasserstoff.* Einen flüssigen, ätherisch riechenden, *süſs* schmeckenden Chlorkohlenwasserstoff.

6. *Brom und Kohlenwasserstoff.* Einen flüssigen, bei +7° C. errstarrenden, sehr angenehm riechenden, *sehr süſsen* Bromkohlenwasserstoff.

7. *Jod und Kohlenwasserstoff.* Hrn. Faraday's Jodkohlenwasserstoff, starr, krystallisirend, aromatisch riechend, süſs schmeckend.

Ich habe in dieser Liste die aus der Wirkung des Chlors auf den Alkohol entspringenden Verbindungen nicht aufgezählt, weil sie noch nicht genau genug bekannt sind.

*) Abgerechnet den, welchen Julin einmal zufällig erhalten hat, gleichfalls starr ist, und nach Faraday und Phillips unter allen am wenigsten Chlor enthält. *P.*

VI. *Ueber die Natur der rothen Auflösung des Tellurs in Schwefelsäure, als Fortsetzung der in diesen Annalen, Bd. 12. S. 158., mitgetheilten Notiz; vom Prof. N. W.* **Fischer** *in Breslau.*

Gegen die von Dr. **Magnus** aufgestellte Ansicht, dafs die Auflösung von Schwefel, Selen und Tellur, bei gewöhnlicher Temperatur bewirkt, eine blofs mechanische *) sey, welche daher beim Vermischen mit Wasser zersetzt, und wobei diese Stoffe vollständig und in unverändertem Zustande ausgefällt werden, habe ich mich dahin erklärt: dafs ich vielmehr bei dieser Auflösung eine, wenn auch nur schwache, Oxydation dieser Stoffe, und folglich eine Zersetzung der Schwefelsäure annehme; dafs demnach diese Auflösung eine Verbindung dieser oxydirten Stoffe mit der zum Theil zersetzten Schwefelsäure, also eine chemische sey. Ich habe diese Ansicht theils durch theoretische Gründe, theils durch die Thatsachen zu begründen gesucht, dafs erstens: bei der Auflösung des Tellurs ein schwacher Geruch nach schwefliger Säure wahrgenommen wird; und dafs zweitens: beim Ausfällen durch Wasser ein Theil aufgelöst bleibt. Indem **Magnus** (s. d. Annal. Bd. 14. S. 328.) zur Bestätigung seiner Ansicht Versuche über das Verhalten des Selens zur Schwefelsäure mittheilt, hat er meine theoretischen Gründe ganz unberücksichtigt gelassen, und von den beiden Thatsachen, die erstere mit der Versicherung, bei der Auflösung des Tellurs nie eine Spur von entwickelter schwef-

*) Da Hr. Dr. **Magnus**, wegen seines gegenwärtigen Aufenthaltes in Paris, diesen Aufsatz erst nach geraumer Zeit zur Ansicht bekommen dürfte, so erlaube ich mir die Bemerkung, dafs *seinerseits* von *mechanischen* Auflösungen wohl nicht die Rede gewesen ist. *P.*

liger Säure wahrgenommen zu haben, und daſs sie demnach bei meinen Versuchen nur von der unreinen Beschaffenheit des gebrauchten Tellurs herrühre, zu wiederholen gesucht; die zweite hingegen, ohne sie besonders su erwähnen, daſs nämlich ein Theil Tellur beim Ausfällen mit Wasser dennoch aufgelöst bleibt, hat er wohl bestätiget gefunden, indem er ja selbst beim Selen dasselbe wahrgenommen hat; aber, und das ist wohl der theoretische Grund den er dem meinigen entgegensetzt, da das aufgelöst gebliebene Selen nur $\frac{1}{30}$ des ausgefällten beträgt, der Sauerstoff dieses meiner Ansicht gemäſs aufgelösten Oxyduls sich demnach zu dem der selenigen Säure (welche nach Einwirkung des Wassers aufgelöst bleibt) wie 1:50 verhalten würde, und »*Ein so unwahrscheinliches Verhältniſs doch wohl schwerlich anzunehmen seyn dürfte*,« so glaubt er selbst dadurch die Richtigkeit seiner Ansicht bestätigt zu haben.

Was nun zunächst dieses Theorem betrifft, so dürfte es bei der gröſsten Allgemeinheit des Gesetzes, daſs die Körper sich nur in bestimmten Proportionen verbinden, schon aus dem Grunde auf keine Allgemein-Gültigkeit Anspruch machen, als ja doch mannichfaltige Verbindungen oder Auflösungen eines chemischen Products mit einem oder dem anderen seiner Bestandtheile, wie z. B. der Schwefelmetalle mit Schwefel etc., angenommen werden müssen, was auch in diesem Falle angewandt werden könnte. Aber es bedarf allerdings dieses Ausweges nicht, und die nachstehenden Versuche werden zur Genüge zeigen, daſs bei einer möglichst gesättigten Auflösung das Aufgelöstbleibende in einem den Proportionen entsprechenden Verhältnisse zu dem Aufgelösten steht.

Daſs ich übrigens diese Versuche mit Tellur angestellt habe, während Magnus zu den Seinigen das Selen anwandte, ist natürlich ohne Einfluſs auf die Entscheidung dieses streitigen Gegenstandes, denn in jedem Falle ist es klar, was über die Natur der Auflösung des einen

Stoffes ausgemittelt wird, das gilt auch von den übrigen. Ich zog aber aus dem Grunde das Tellur zu den Versuchen vor, weil ich glaubte, dafs durch die Verwandtschaft des zu bildenden Oxyds als einer Basis zu der Säure unter übrigens gleichen Umständen mehr aufgelöst, und folglich beim Ausfällen mit Wasser mehr aufgelöst bleiben wird, als bei den beiden andern nicht metallischen Stoffen, wie dann ja das *Tellur allein* bei gewöhnlicher Temperatur sich in flüssiger Schwefelsäure auflöst, Selen hingegen, wie Magnus dargethan, schon eine erhöhete Temperatur erfordert, und Schwefel die blaue Auflösung, von der allein hier die Rede ist, nur mit wasserfreier Schwefelsäure bildet. Meine Vermuthung, dafs demnach das Tellur in wasserfreier Säure im weit gröfseren Verhältnifs sich auflösen werde, hatte sich vollkommen bestätiget, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht:

In ein genau schliefsendes Stöpselgläschen wurden zu 14,6 Gran wasserfreier Schwefelsäure 2,4 Gran Tellur hinzugethan; in den ersten 24 Stunden fand kaum eine Einwirkung statt, so dafs sich die feste Schwefelsäure nur an einzelnen Punkten, an welchen sie mit dem Tellur in Berührung war, schwach roth färbte; am zweiten Tage hingegen waren beide feste Körper zu einer in Masse gesehen undurchsichtigen, purpurrothen *) Flüssigkeit **) verbunden. Nachdem am vierten Tage keine fernere Auflösung des Tellurs stattfand, wurde die ge-

*) Die Auflösung in wasserhaltiger Säure ist violett und vollkommen durchsichtig.

**) Sollte nicht diese Flüssigkeit dadurch entstanden seyn, dafs die Schwefelsäure Wasser anzog? Die Merkwürdigkeit, welche eine, aus einer wasserfreien trocknen Säure und einem Metalle entstandene, flüssige Verbindung haben würde, und der Umstand, dafs die Glasstöpsel auf die Dauer selten für eine so wassergierige Substanz dicht genug schliefsen, mögen diese Frage entschuldigen. *P.*

bildete Auflösung von dem unaufgelöst gebliebenen Tellur geschieden, und durch Wasser zersetzt:

das Gewicht des unaufgelöst gebliebenen betrug	0,85
das durch Wasser gefällte -	1,32
und das in der wäſsrigen Schwefelsäure aufgelöst gebliebene Oxyd, durch genaues Neutralisiren mit Ammoniak präcipitirt, 0,22, worin Tellur	0,18
zusammen also	=2,35;

was um so übereinstimmender mit der angewandten Menge von 2,40 ist, als das Ammoniak keinesweges eine vollkommene Ausscheidung bewirkt, und die Auflösung in der That noch als tellurhaltig reagirt. Aus diesem Versuch ergiebt sich daher, daſs ein Theil Tellur in 9,4 wasserfreier Säure auflöslich ist, und daſs das nach dem Ausfällen mit Wasser aufgelöst bleibende Oxyd sich zu dem in der Säure aufgelösten genau wie 1:6 verhält. Bei einem zweiten Versuch, bei welchem nicht reine wasserfreie, sondern zum Theil auch krystallisirte wasserhaltige angewandt wurde, war das Verhältniſs der Auflöslichkeit wie 1:11,6, und das des aufgelöst bleibenden Oxyds zum aufgelöst gewesenen Tellur nur wenig abweichend von dem obigen.

Bei dieser Auflösung des Tellurs ist *der Geruch nach schwefliger Säure* sehr stark, und nimmt natürlich in demselben Verhältniſs ab, in welchem die Auflöslichkeit des Tellurs abnimmt, d. h, je weniger wasserfreie Schwefelsäure in der flüssigen enthalten ist, so daſs bei der Auflösung des Tellurs *in reiner wasserhaltiger* — von wasserfreier vollkommen befreiter Schwefelsäure — *gar keine Entwickelung von schwefliger Säure wahrzunehmen ist*, wie Magnus ganz richtig beobachtet hat. Der Grund aber, daſs ich in meinen früheren Versuchen schweflige Säure wahrgenommen habe, liegt nicht, wie Magnus der Meinung ist, in dem angewandten unreinen Tel-

Tellur *), sondern in der angewandten Schwefelsäure, die *eine geringe Menge wasserfreier enthält.* Dafs übrigens beim Auflösen in reiner wasserhaltiger Säure der Geruch nach schwefliger Säure nicht wahrgenommen wird, ist, ungeachtet der nach meiner Ansicht stattfindenden Zersetzung derselben, um so weniger auffallend, wenn man bedenkt, dafs in diesem Falle nach meinen Versuchen nur $\frac{1}{2000}$ Tellur aufgelöst wird (s. a. a. O.), d. h. das 2000 Theilen Schwefelsäure die Menge Sauerstoff entzogen wird, welche zur Bildung eines Theils Oxyd oder Suboxyd von Tellur nöthig ist, und dafs unter diesen Umständen eine andere als schweflige Säure gebildet werden kann. Ich glaube daher durch das Angegebene meine Ansicht, dafs die Auflösung des Tellurs und folglich die des Selens und Schwefels eine chemische sey, d. h. dafs diese Stoffe auf Kosten der Säure oxydirt werden, vollkommen bestätiget zu haben, und füge noch, weniger zur weiteren Bestätigung dieser Ansicht, als zur näheren Kenntnifs der Natur dieser Auflösung, folgendes hinzu:

Beim Erhitzen der Schwefelsäure mit Tellur erfolgt die Auflösung des Metalls so lange mit der schönen rothen Farbe, als die Schwefelsäure noch nicht kocht, erst dann löst es sich nur als Oxyd, folglich farbenlos auf. Wird diese gesättigte farbenlose Auflösung nach dem Erkalten — wobei ein Theil schwefelsaures Telluroxyd niederfällt — auf metallisches Tellur gegossen, so löst es sich ebenfalls langsam mit rother Farbe auf; und endlich ein Zinkstäbchen in diese Auflösung gestellt, bewirkt nach längerer Zeit ebenfalls eine schwache rothe Färbung.

*) Das von mir gebrauchte habe ich von Pelletier aus Paris erhalten, und ist, bis auf geringe Spuren von Selen, vollkommen rein.

VII. *Bemerkungen über die Darstellung des künstlichen Ultramarins; von S. F. Hermbstädt.*

Als einen kleinen Nachtrag zu dem, was sich in diesen Annalen, Bd. 14. St. 2. S. 363., über das Gmelin'sche Ultramarin zusammengestellt findet, erlaube ich mir noch Folgendes zu erörtern.

Ich habe, nach Hrn. Gmelin's Angabe, das *Ultramarin* mehrere Male mit gutem Erfolge bereitet. Meine Bemerkungen darüber, mit Proben begleitet, habe ich vor länger als einem Jahre dem *Verein zur Beförderung des Gewerbfleifses* hieselbst mitgetheilt. Die Resultate meiner Arbeiten waren gut, doch nie von der Schönheit und Intensität der blauen Farbe, wie die feinste Sorte des ächten, der im Handel vorkommt.

Das Fabrikat des Hrn. Gmelin habe ich nicht gesehen, kann solches also mit dem meinigen nicht vergleichen.

Ein Hauptpunkt des Gelingens scheint darin zu bestehen, dafs die Masse von *kieselsaurem Natron* und *Thonerde* so feucht wie möglich angewendet wird. Wird sie vor dem Zusatz des *Schwefels* zu stark ausgetrocknet, so wartet man vergeblich auf die Hervortretung der blauen Farbe; nicht einmal eine *grünblaue* erscheint.

Aber auch eine und eben dieselbe Masse liefert verschiedene Sorten Ultramarin, welche durch ein wiederholtes Schlämmen von einander getrennt werden können.

Hr. Gmelin bemerkt mit Recht, dafs das Gelingen der Operation von der Mitwirkung der Luft abzuhängen scheint. Ich werde die Operation unter der Muffel eines Probierofens veranstalten, hier mufs sich die Wirkung der Luft deutlicher entwickeln.

Bestätigt sich die Nothwendigkeit ihrer Mitwirkung, so würde man daraus auf einen theilweisen Uebergang des *Schwefels* in *unterschweflige*, *schweflige*, und auch *Schwefelsäure* schliefsen können, welche letztere Herr Gmelin in dem von ihm analysirten *Ultramarin* reichlicher als den *Schwefel* gefunden hat; und dann würde sich auch das nothwendige Daseyn des *Wassers* erklären lassen.

Dafs ein solches *Ultramarin* in den Calciniröfen der *Soda* oft zufällig erzeugt wird, ist auch von mir bemerkt worden.

VIII. *Dalla Bella's Versuche über das Gesetz der magnetischen Anziehung und Abstofsung.*

Der Redacteur des *Bulletin des sciences mathématiques, physiques et chimiques* (Hr. Saigey) bringt im Juniheft 1828 (S. 368.) Versuche über die magnetische Kraft in Erinnerung, welche schon im Jahre 1781 durch J. A. Dalla Bella in Lissabon angestellt und im März 1782 der dortigen Academie mitgetheilt, auch in den Memoiren derselben, T. I. p. 85—199., die aber erst 1799 erschienen, publicirt sind; so dafs sie also 3 Jahre vor Coulomb's interessanten Beobachtungen, mit denen sie gleiches Resultat auf verschiedenem Wege geben, angestellt waren, wodurch, wie auch Hr. Saigey mit Recht bemerkt, dem anerkannten Verdienste Coulomb's um diesen Theil der Physik kein Abbruch geschieht.

Ein Kaiser von China hatte dem Könige Johann V. einen sehr kräftigen Magneten 38 Pfund 7½ Unze (Par. Gewicht) schwer zum Geschenk gemacht. Das spec. Gewicht desselben war 4,055, und seine Ausdehnung be-

trug in der Richtung der Pole 8½ Zoll, in den andern beiden Richtungen 4½ Zoll. Die Gestalt war keineswegs sehr regelmäfsig; doch war er an den Polen für eine Armatur eingerichtet, vermittelst deren er ein Gewicht von 202 Pfund zu tragen im Stande war. Sein Aequator hatte ungleiche Entfernung von den Polenden, nämlich 4″ 7‴ vom Südende und 2″ 3‴ vom Nordende. (Die Benennung bezieht sich auf die Himmelsgegend, wohin der Magnet frei schwebend zeigt.)

Der Magnet wurde so aufgestellt, dafs seine Achse vertical stand. Darüber schwebte ein anderer kleinerer Magnet in der Richtung der Achse, an dem einen Ende des Balkens einer empfindlichen Waage befestigt, die bei 4 Pfund Belastung und ¼ Gran Uebergewicht noch einen Ausschlag gab. Die Waage hing von der Decke des Zimmers an einem Flaschenzug mit 4 Rollen herab, durch welchen die Entfernung des daran hangenden Körpers vom Magnete regulirt werden konnte. Gleich durch die ersten Versuche (am 22. März 1781) überzeugte sich Dalla Bella, dafs die Wirkung weder im umgekehrten Verhältnifs der Entfernungen stehe, wie man zu jener Zeit noch im umgekehrt cubischen, wie Newton annahm, geglaubt hatte.

Um zu einem richtigeren Resultate zu gelangen, mufste erst der Mittelpunkt der magnetischen Kräfte ausgemittelt werden. Eine im Schwerpunkt aufgehängte magnetisirte Nadel wurde rund um das eine Polende herumgeführt, und aus der Neigung, welche sie an jeder Stelle zeigte, die Lage jenes Mittelpunkts bestimmt. (Doch liefs sich bei einem kleinen sphärischen Magneten von 1″ 7‴ Durchmesser diese Methode nicht mehr anwenden.)

Es wurde nun an der Waage ein parallelepipedischer natürlicher Magnet, 2½″ lang und 1½″ breit und dick, so aufgehängt, dafs der Südpol desselben dem Nordpol des darunter aufgestellten grofsen Magneten zugekehrt war. Es ergab sich, dafs die Anziehung im umgekehrten Ver-

hältnifs der Entfernungsquadrate war, wenn man die jedesmalige Entfernung der Polenden beider Magnete um 12 Linien vermehrt. Diefs Gesetz bestätigte sich sehr gut, so lange die Entfernung überhaupt nicht gröfser wurde, als 24 Linien. — Es folgt hieraus: 1) dafs die Summe der Entfernungen der Pole von ihren Polenden in beiden Magneten 12‴ war. 2) Dafs bei einer gröfseren Entfernung als 24‴ die Wirkung des zweiten Poles das quadratische Verhältnifs störte.

Ein Versuch, wo beide Magnete umgekehrt wurden, zeigte, dafs die Summe der Entfernungen des Südpols vom Südende am grofsen Magneten und des Nordpols vom Nordende des kleinen Magneten nur 11 Linien betrug. Aber auch hier wich das Verhältnifs der Kraftabnahme vom umgekehrt quadratischen der Entfernung ab, sobald die Entfernung gröfser ward als 24‴.

Die hierüber a. a. O. mitgetheilten Versuchsreihen sind folgende:

A. Nordpol des grofsen und Südpol des kleinen Magneten.

Entfernung der Polenden.	Beobachtete Kraft.	Berechnete Kraft.
3‴	800 Gran	800 Gran
6	554	555,6
9	408	408,2
12	315	312,5
18	202	200,0
24	138	138,9
36	62	78,1

B. Südpol des grofsen und Nordpol des kleinen Magneten.

Entfernung der Polenden.	Beobachtete Kraft.	Berechnete Kraft.
3‴	954 Gran	954 Gran
6	644	647
9	468	467,5
12	355	353,5
18	224	222,3
24	148	152,6
36	68	84,0

Aufserdem wurden kleine Eisencylinder von $4\frac{1}{2}'''$ Durchmesser und verschiedener Höhe statt des kleinen Magneten über dem grofsen angewandt, und durch die Annahme des oben angegebenen Gesetzes der magnetischen Wirkungen der Unterschied des äufseren Abstandes und der Mittelpunkte der Wirkungen (der sich in der Reihe $A = 12'''$ und in der Reihe $B = 11'''$ gezeigt hatte) aufgesucht. Diese Unterschiede übersieht man aus folgender Tabelle:

C. Länge der Cylinder.	Unterschied in Beziehung auf das Nordende.	Unterschied in Beziehung auf das Südende.
95'''	10'''	
84	10	9,5'''
72	10	9,0
60	10	8,5
48	10	8,0
36	10	8,0
24	10	7,5
18	10	7,25
12	11,5	7,0
9	12,0	7,0
6	12,0	6,5

Eine ähnliche Versuchsreihe mit eisernen Cylindern von 9 Zoll Durchmesser gab folgende Resultate.

Länge der Cylinder.	Unterschied in Bezug auf den Nordpol.	Unterschied in Bezug auf den Südpol.
72'	9'''	8'''
60	9	8
48	9	7,5
36	9	7
24	9	7
18	9	6,5
12	9	6,5
9	9,5	6,5
6	10	7,5

Eine Eisenkugel von 1" Durchmesser brachte in Beziehung auf den Südpol diese Gröſse auf 12'''.

Wenn die Cylinder von demselben Durchmesser, aber an einem Ende konisch zugespitzt waren, so daſs die Höhe des Kegels 12''' betrug, so zeigten sich folgende Resultate:

Länge des Cylinders.	Unterschied für N. bei dem schmalen Cylinder.	Unterschied für S. bei demselben.	Unterschied für N. bei dem breiten Cylinder.	Unterschied für S. bei demselben.
84'''	10'''	8,5'''	8,5'''	8,0'''
72	10	8,5	8,5	8,0
60	9,5	8,5	8,5	8,0
48	9,0	8	8,5	7,50
36	9,0	8	8,5	7,25
24	8,0	8	8,0	7,0
18	8,0	7	7,5	6,5
12''' *o.*	8,5'''	8 '''	9,0'''	6,0'''
12 *u.*	14,0	9	13,5	13,5

Die letzten beiden Beobachtungen beziehen sich auf die Kegel allein, welche die oben angegebenen Durchmesser der Grundflächen und der Höhe von 12''' hatten. Bei *o* war die Spitze oben, bei *u* unten.

Ein Stahlparallelepipedum 4''' breit und eben so dick zeigte bei verschiedenen Längen folgende Unterschiede:

Länge des Parallepip.	Unterschied für N.	Unterschied für S.
84'''	14'''	12'''
72	14	12
60	12	11
48	11,5	10
36	10,5	9
24	10,0	9
18	9,0	8,5
12	9,0	8
9	12,0	8
6	12,0	9

Diese Versuche lehren nichts Neues, sind aber theils für die Geschichte der Physik, theils durch die große Sorgfalt des Beobachters wichtig, der mit einem höchst intensiven Magneten 2464 Beobachtungen anstellte, um zu zeigen, daſs natürliche Magnete auf einander, auf Eisen und Stahl nach dem Gesetze der allgemeinen Gravitation wirken. *E. F. A.*

IX. *Versuche über den Rotationsmagnetismus; von Hrn. Saigey.*

(*Bulletin de Sciences etc. Juillet* 1828, *p.* 33.)

Die Einwirkung ruhender metallischer Platten auf die schwingende, und rotirender Platten auf die ruhende Magnetnadel ist bekanntlich von Arago entdeckt, von Herschel Babbage, Christie in England, Nobili, Bacelli in Italien, Prevost und Colladon in der Schweiz, und Seebeck und Baumgärtner in Deutschland bestätigt und genauer untersucht worden; doch ist auf empiri schem Wege noch kein Gesetz über diese Wirkungen ausgemittelt worden. Arago hat schon angegeben, daſs die drei rechtwinkligen Componenten sich bei verschiedenen Entfernungen der Nadel über der drehenden Scheibe nicht proportional bleiben, mithin also die jedesmalige Resultante ihre Richtung verändert, wodurch die Untersuchung und Auffindung des Gesetzes sehr erschwert wird. Arago hatte auch eine Einwirkung der Nadel auf unmetallische Körper bemerkt, Nobili und Bacelli geben diese nicht zu. Ueber die Wirkung der verschiedenen Metalle unter sonst gleichen Umständen auf die Nadel stimmen die Versuche von Herschel und Babbage mit denen von Nobili und Bacelli wohl in der Reihenfolge, aber nicht in den Zahlenwerthen überein, wie folgende Uebersicht zeigt:

	Herschel und Babbage.		Nobili und Bacelli.
Kupfer	100	100	100
Zink	90	93	30
Messing	—	—	23
Zinn	47	46	21
Blei	25	25	17
Antimon	11	9	—
Wismuth	1	2	—

Seebek hat ungleiche Platten angewandt, und Baumgärtner's Versuche scheinen nur Annäherungswerthe zu geben.

Hr. Saigey wandte eine Art Coulomb'scher Waage an, die oben eine Einrichtung hatte, um den einfachen Coconfaden heraufziehen und hinablassen zu können, und so die Entfernung der schwingenden Nadel von der ruhenden Platte zu reguliren. Die Nadel war 41 Millimeter lang und 1 Millimeter dick. Der Raum, in welchem sie schwang, war von einer äufserlich graduirten Glasglocke umgeben, die in ihrem Pfropfen oben ein Rohr hatte, in welchem der Faden herabhing. Die zu prüfende Scheibe ruhte unter der Nadel auf vier kleinen Holzfüfsen, und das Ganze stand auf einer Marmorplatte. Durch Ablenkung der Nadel von Aufsen her vermittelst eines schwachen Magneten leitete man die Schwingungen ein, welche man innerhalb gewisser Gränzen zählte. Man merkte sich die Zahl der Schwingungen, welche man ohne untergelegte Scheibe erhielt, und die, welche man fand, wenn man die Metallscheibe in den Apparat gebracht hatte, und subtrahirte die letztere von der erstern. Die Differenz beider Schwingungszahlen ist es, welche Hr. Saigey die Kraftvernichtung (*amortissement*) nennt. Für diese Kraftvernichtungen (wir möchten sie die Hemmwirkungen der Scheibe nennen) findet Hr. S. das merkwürdige Gesetz, *dafs sie in geometrischer Reihe abnehmen, wenn die Entfernung der Nadel von der Scheibe in arithmetischer Reihe zunimmt.*

Es schliefst sich also an diese Beobachtungen die Formel $y = ab^{1-x}$ an; wenn y die Hemmwirkung der Scheibe, x die Entfernung ist, a und b aber die durch Versuche zu bestimmenden Constanten bedeutet.

Hr. Saigey wendete 3 Platten *A. B. C.* von Kupfer an, welche 156 Millim. Durchm. hatten, *A* hatte eine Dicke von 0,98 Millim., *B* von 1,09, und *C* von 1,21. Die Resultate der letzten beiden stimmten sehr genau überein.

Hemmwirkungen der Scheibe *A*.

Entfernung in Millimet.	Zwischen 50° u. 30°		Zwischen 30° u. 10°		Zwisch. 50° u. 10°	
	beobachtet	berechn.	beobachtet.	berechn.	beobachtet.	berechn.
1	20,5*	20,5	48,5*	48,5	69,0*	69,0
2	15,0	15,0	36,0	35,4	51,0	50,4
3	11,0	10,9	25,0	25,8	36,0	36,8
4	8,0	8,0	18,0	18,9	26,0	26,8
5	5,5	5,8	13,5	13,7	19,0	19,6
6	4,5	4,3	10,0	10,1	14,5	14,3
7	3,7	3,1	7,3	7,3	11,0	10,4
8	3,0	2,3	5,0	5,4	8,0	7,6
9	2,0	1,7	4,0	3,9	6,0	5,6
10	1,2	1,2	2,8	2,9	4,0	4,1
Freie Schwingung ohne Platte	29		67		96	

Mit Hülfe der letzten Zeile kann man die Zahl der bei jeder einzelnen Beobachtung unmittelbar gegebenen Schwingungen auffinden; wenn man die in der Tafel selbst gegebenen Zahlen von dieser letzten subtrahirt. Für die Formel hat a immer den Werth der ersten Beobachtung, der in den Tafeln mit einem Sternchen versehen ist, und b ist überall $=1{,}37$.

Hemmwirkungen der Scheiben *B* und *C*.

Entfernung.	Zwischen 50° u. 30°		Zwischen 30° u. 10°		Zwischen 50° u. 10°	
	beobachtet.	berechn.	beobachtet	berechn.	beobachtet	berechn.
1	24,0*	24,0	56,0*	56,5	80*	80,5
2	19,0	19,0	45,0	44,7	64	63,7
3	15,0	15,0	36,0	35,4	51	50,4
4	12,0	11,9	28,0	28,0	40	39,7
5	9,5	9,4	21,5	22,1	31	31,5
6	7,5	7,4	17,0	17,5	24,5	24,9
7	6,0	5,9	13,5	13,9	19,5	19,7
8	5,0	4,7	11,0	11,0	16,0	15,6
9	4,0	3,7	9,0	8,7	13,0	12,4
10	3,2	3,9	6,8	6,9	10,0	9,8
11	2,5	2,3	5,5	5,4	8,0	7,7
12	2,0	1,8	4,2	4,3	6,2	6,1
13	1,5	1,4	3,0	3,4	4,5	4,8

Die Rechnung ist hier nach denselben Grundsätzen wie oben geführt, *a* findet man in der Tafel, *b* ist überall =1,264.

Hr. Saigey hat seine Formel bestätigt gefunden an 5 Kupferscheiben, einer Zink-, einer Zinn- und einer Bleischeibe.

In der Formel $y = ab^{1-x}$ ist *a* die Hemmwirkung für die Einheit der Entfernung, *b* das Verhältnifs zweier um eine Einheit der Entfernung verschiedener Hemmwirkungen, welches überall constant ist, so lange Scheibe und Nadel dieselben bleiben. *E. F. A.*

X. *Versuche über die Elektricitätsleitung in verschiedenen Metallen; von Hrn. Pouillet.*

(Aus dessen *Elémens de physique experiment etc. T. I. p.* 754.)

Die Entdeckung des Elektromagnetismus hat zur Vergleichung der Elektricitätsleitung einfachere und vielleicht

genauere Mittel an die Hand gegeben, als man früher besafs. Hr. Becquerel hat dieselben benutzt, um die, von H. Davy aufgefundenen Hauptgesetze, nämlich, dafs das Leitungsvermögen dem Querschnitte der Drähte oder Streifen direct, und der Länge derselben umgekehrt proportional sey, zu bestätigen, und um mehrere Metalle in dieser Hinsicht mit einander zu vergleichen. Das von ihm angewandte Verfahren scheint mehreren Fehlerquellen ausgesetzt zu seyn; allein seine Geschicklichkeit im Experimentiren hat ihn ohne Zweifel gegen dieselben geschützt, und daher können wir in die von ihm aufgefundenen Zahlen einiges Zutrauen setzen *). Das Leitungsvermögen des Platins zu 100 angenommen, sind es folgende:

Kupfer	609	Platin	100
Gold	571	Eisen	95
Silber	447	Blei	50
Zink	174	Quecksilber	21
Zinn	94	Kalium	8.

Durch eine Reihe von Versuchen, welche ich mittelst einer grofsen Säule von einem einzigen Elemente angestellt habe, bin ich zu folgenden Resultaten gelangt.

Silber (mit 0,014 Kupfer)	860	Garkupfer (Rosette)	224
Kupfer	738	Messing	194
Silber (mit 0,052 Kupfer)	656	Eisen	121
Gold, feines	623	Gold, 18karätiges	109
Silber (mit 0,2 Kupfer)	569	Platin	100

Der Strom der Säule ging erstlich durch zwei dicke Kupferdrähte, dann durch den Draht, dessen Leitungsfähigkeit untersucht werden sollte, und endlich durch einen grofsen Ring von Kupfer, in dessen Mitte die Nadel hing, deren Ablenkungen beobachtet wurden.

*) Ein ausführlicherer Auszug aus Hrn. Becquerel's Arbeit ist im Bd. 84, S. 355. dies. Ann. mitgetheilt worden, eine analoge Untersuchung des Hrn. Harris im Bd. 88. S. 279. *P.*

Die Leitungsfähigkeit schien mir sehr genau dem Querschnitt der Drähte proportional zu seyn, von den dünnsten Drähten an, die ich mir verschaffen konnte, bis zu den von ungefähr drei Linien Durchmesser, über welche hinaus ich meine Versuche nicht trieb.

Dagegen schien mir das Gesetz, dafs die Leitung sich umgekehrt wie die Länge verhalte, nur unter einer Bedingung genau zu seyn. In meinem Apparate waren die elektro-magnetischen Kräfte, welche zur Messung des Leitungsvermögens dienten, proportional den Tangenten der Ablenkungen der Nadel, und als von einem und demselben Drahte nach einander die Längen l, l', l'' etc. genommen wurden, standen die Tangenten t, t', t'' etc. die Ablenkungen niemals im umgekehrten Verhältnisse dieser Längen. Dagegen verhielten sie sich umgekehrt wie diese, um die Gröfse λ vermehrten, Längen, so dafs man hatte

$$\frac{\lambda+l}{\lambda+l'}=\frac{t'}{t},\ \frac{\lambda+l}{\lambda+l''}=\frac{t''}{t},\ \frac{\lambda+l'}{\lambda+l''}=\frac{t''}{t'}\ \text{u. s. w.}$$

Diese Gröfse λ blieb für verschiedene Längen eines und desselben Drahtes constant, veränderte sich aber mit der Natur der Substanz, und stand bei jeder Substanz im umgekehrten Verhältnisse zum Querschnitt des Drahts. Es scheint mir demnach, dafs die Leitungsfähigkeit sich in aller Strenge umgekehrt wie die Länge der Drähte verhalte, vorausgesetzt, dafs man den Widerstand in Rechnung zieht, den die Elektricität erleidet, beim Durchgange durch die die Plattenpaare trennende Flüssigkeit und durch die verschiedenen Leiter, welche sie zu den eigentlich der Beobachtung unterworfenen Drähten hinführen. Wenn man z. B. mit einem Silberdrahte von 1 Millimeter im Durchmesser operirt, so mufs man bedenken, dafs alle Leiter, von denen die Rede war, die Kraft des Stromes um eben so viel schwächen, als es ein Silberdraht von 1 Millimeter Durchmesser und einer gewissen Länge, z. B. von 1 Meter, zu thun vermag. Wenn alsdann der Strom

findet die angegebene Erscheinung nicht statt *). Die auf die Quecksilberfläche gebrachten Tropfen beider Säuren breiten sich nämlich nur sehr wenig aus, und Eisenberührung zieht sie auch nur kaum merklich zusammen. Auch zeigt sich am Quecksilber keine Zuckung.

Uebergiefst man ein Quantum Quecksilber von etwa 4 Linien Durchmesser mit Salpetersäure (von der oben angegebenen Verdünnung), so dafs die Quecksilberfläche überall bedeckt ist, und berührt man nun das Quecksilber durch die Säure hindurch mit einem Eisendraht, so bemerkt man am Quecksilber eine *sehr starke zitternde Bewegung*, die sich auch als Oscillation dem berührenden Eisendrahte mittheilt, wenn man den Versuch in einem flachen Schälchen anstellt, und den etwas gebogenen Draht in der Mitte auf dem Rand des Schälchens, und mit seinem untern Ende auf dem Tische ruhen läfst, indefs das obere das Quecksilber berührte. In diesem Fall wird der balancirende *Eisendraht von dem Quecksilber so hin- und hergeworfen, dafs er wie ein Pendel schwingt.* Auch habe ich nicht selten unter diesen Umständen ein förmliches Rotiren des Quecksilbers bemerkt.

Diese Bewegungen dauern eine ziemlich lange Zeit, wäh-

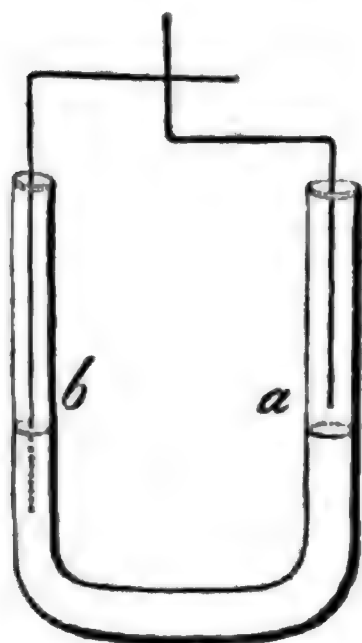
*) Mit concentrirter Schwefelsäure zeigt sich indefs die Erscheinung in sehr ausgezeichnetem Grade, wie schon Erman, zwar nicht mittelst der einfachen Kette, wohl aber mit Hülfe der Säule beobachtet, und in einer im Bd. 32. dies. Annalen enthaltenen Abhandlung beschrieben hat. Aus dieser Abhandlung wird man zugleich ersehen, dafs die räthselhaften Erscheinungen, welche in der gegenwärtigen Notiz mitgetheilt sind, im Grunde nicht auf vollkommne Neuheit Anspruch machen können; da sie jedoch, ungeachtet der spätern Arbeiten von Herschel (dies. Annalen, Bd. 77. S. 351.), Pfaff (Schweigg. Journ. Bd. 48. S. 190.) und dem Verfasser dieser Notiz (dies. Ann. Bd. 84. S. 106.), eben so wenig für befriedigend erklärt gelten dürfen, so kann die Bekanntmachung hieher gehöriger Beobachtungen gewifs nur Nutzen bringend seyn. *P.*

während welcher das Eisen sehr von der Säure angegriffen wird. Endlich tritt unter fortgesetzter Eisenberührung Ruhe beim Quecksilber ein, aber statt dessen fängt *nun die Flüssigkeit an in eine heftige Strömung zu gerathen*, die wirbelförmig über die Quecksilberfläche nach dem berührenden Eisendrahte hin stattfindet, so dafs die vom Eisen entferntere Hälfte der Quecksilberfläche spiegelblank, die nähere dagegen mit einer Haut bedeckt erscheint, die bei Aufhebung der Berührung des Eisens sich wieder über die ganze Fläche verbreitet.

Auffallender und bemerklicher wird diese Strömung noch dadurch, dafs sie mit dem Entstehen und Verschwinden einer grünlichbraunen Flüssigkeit (salpetersauren Eisenoxyduls mit Salpetergas) vergesellschaftet ist, die eigentlich den Hauptbestandtheil des in der Flüssigkeit Strömenden ausmacht, und im Anfange bei dem Oscilliren des Quecksilbers nur in geringer Menge zu bemerken ist. Diese grünlichbraune Flüssigkeit folgt überall dem Eisendraht, wo man auch das Quecksilber berühren mag.

Cadmium und Zink wirken nicht wie Eisen, wahrscheinlich weil sie sich zu schnell verzinken.

Auf folgende Weise habe ich den Versuch noch abgeändert: Füllt man eine Glasröhre von etwa 2 Lin. Durchmesser im Lichten (die so gebogen ist, dafs ihre Schenkel parallel gehen), zur Hälfte mit Quecksilber an, giefst in den Schenkel *a* Salpetersäure (von der oben angegebenen Stärke) und steckt in den Schenkel *b* einen Eisendraht bis in das Quecksilber hinein, und taucht nun einen andern Eisendraht in die Säure des Schenkels *a* (ohne dafs er das Quecksilber berührt), so erfolgt nach und nach beim öfteren Schliefsen und Oeffnen der Kette Folgendes:



1) Das Quecksilber fällt in dem Augenblick des Schliefsens der Kette in dem Schenkel *a* um ½ Linie, und steigt in *b* um eben so viel.

2) Es bilden sich nach einiger Zeit Gasblasen auf der Queksilberfläche in *a*, die sich beim jedesmaligen Schliefsen und Trennen der Kette hin- und herbewegen.

3) Man bemerkt wiederum nach Verlauf einiger Zeit die Anhäufung der bereits erwähnten grünlichbraunen Eisenauflösung auf dem Quecksilber in *a*, die beim Schliefsen der Kette sich in die Höhe bewegt, oder gleichsam in die Höhe gestofsen wird.

4) Zuletzt hören alle erwähnten Erscheinungen auf, und zwar in dem Augenblick, als das Eisen anfängt sich *unter Gasentwicklung* in der Salpetersäure aufzulösen. Auch verändert unter diesen Umständen das Quecksilber beim Schliefsen der Kette seine Stellung nicht mehr.

XII. *Untersuchungen über die Ursachen der sogenannten Contactelektricität; von Hrn. A. de la Rive.*

(Abgekürzte Uebersetzung eines in den *Ann. de chim. et de phys. T. XXXIX. p.* 297. befindlichen Auszuges aus dieser Abhandlung.)

Die Hauptaufgabe, welche der Verfasser in dieser Arbeit zu lösen gesucht hat, besteht darin: Ob die Elektricitätserregung, welche bei der gegenseitigen Berührung zweier verschiedenartigen Körper auftritt, von dieser selbst, oder von andern, fremdartigen Umständen herrühre.

Die Volta'sche oder sogenannte Contactelektricität kann sich unter zweierlei Formen darstellen, entweder im Zustande der *Strömung* oder in dem der *Spannung*. Diese Unterscheidung bildet eine natürliche Abtheilung bei

dem Studium der Ursachen, welche die Erregung der Elektricität unter dieser oder jener Form bedingen.

I. Aufsuchung der Ursachen, welche die Erregung der Volta'schen Elektricität im Zustande der Strömung bedingen.

Der Verfasser hat diese Untersuchungen mittelst eines Galvanometers angestellt, und, um die Thatsachen besser übersehen zu können, betrachtet er die Erregung des Volta'schen Stromes unter drei Fällen, nämlich:

1) Wenn die Enden der *homogenen* oder *heterogenen* Bögen, welche den Strom erzeugen, in eine und dieselbe Flüssigkeit tauchen.

2) Wenn des Galvanometers Enden, welche beide von Platin sind, in zwei verschiedene, mit einander in Verbindung stehende Flüssigkeiten getaucht sind, in welchem Falle der Strom alleinig von der gegenseitigen Wirkung zwischen den beiden Flüssigkeiten abhängt.

3) Wenn die Enden der *homogenen* oder *heterogenen* Bögen, welche den Strom hervorbringen, in zwei verschiedene Flüssigkeiten tauchen, die mit einander in Verbindung stehen.

Aus den Erscheinungen, welche das Studium dieser drei Fälle darbietet, schliefst der Verfasser: 1) Dafs die Berührung an sich, ohne chemische Action, keinen elektrischen Strom hervorbringt. 2) Dafs die Erzeugung der hydroelektrischen Ströme alleinig von der chemischen Action erzeugt wird, welche entweder zwischen den Flüssigkeiten und den in sie getauchten starren Substanzen, oder zwischen den Flüssigkeiten allein, wenn ihrer mehrere da sind, stattfindet.

I. *Erster Fall.* Hinsichtlich des ersten Falls, wo die beiden Metalle der Kette in eine und dieselbe Flüssigkeit getaucht sind, hat der Verfasser das, in einer früheren Abhandlung aufgestellte, allgemeine Gesetz, dafs das Metall, welches am stärksten angegriffen wird, positiv gegen das andere ist, und dafs demnach zwei Metalle bald po-

sitiv, bald negativ gegen einander seyn können, je nachdem die Flüssigkeit, in welche sie getaucht sind, das eine oder das andere stärker angreift, ohne Ausnahme bestätigt gefunden. Mehrere Versuche haben ihm überdiefs gezeigt, dafs ohne chemische Action kein Strom stattfindet. So setzten reines *Gold* und *Platin*, welche an die beiden Enden des Multiplicators befestigt und in vollkommen reine Salpetersäure getaucht wurden, die Magnetnadel nicht in Bewegung; wogegen ein sehr merklicher Strom eintrat, als, durch Zusatz eines Tropfen Chlorwasserstoffsäure zu der Salpetersäure, eine schwache chemische Wirkung auf das Gold hervorgerufen wurde. Dasselbe geschah bei *Platin* und *Palladium*, die in verdünnte Schwefelsäure getaucht waren; die Nadel wich nicht eher ab, als bis zu letzterer ein wenig Salpetersäure hinzugefügt wurde.

Directe Versuche zeigten, dafs in beiden Fällen, wie leicht vorher zu sehen, das Leitungsvermögen der zwischen die Metalle gebrachten Flüssigkeit durch Zusatz eines Tropfen Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure nicht erhöht worden war; und es folgt daraus, dafs das Auftreten eines elektrischen Stromes, welcher früher nicht existirte, ungeachtet nach der Contacttheorie sich die günstigsten Umstände dazu vereinigt hatten, nur der Hervorrufung einer chemischen Action zugeschrieben werden kann.

II. *Zweiter Fall. Erregung eines Stromes durch gegenseitige Wirkung zweier Flüssigkeiten.* Es giebt einen Versuch, der anzudeuten scheint, dafs ein elektrischer Strom ohne chemische Action blofs vermöge des Contactes zwischen heterogenen Körpern stattfinden könne. Wenn nämlich von den beiden Platinenden des Galvanometers das eine in Salpetersäure, das andere in eine concentrirte Kalilösung getaucht ist, und die beiden Flüssigkeiten, die sich in verschiedenen Gefäfsen befinden, mittelst eines, mit schwefelsaurem Natron benetzten, Amianth-

oder Baumwollendochtes, der den Bogen schliefst, mit einander in Verbindung stehen; so stellt sich ein Strom ein, der die Nadel um mehrere Grade ablenkt. Obgleich es scheint, als wäre hier keine chemische Action, da das schwefelsaure Natron weder von der Salpetersäure noch von dem Kali zersetzt wird, so ist es doch die vereinte Wirkung diefs beiden Agentien auf die Salzlösung, von welcher die Erregung des elektrischen Stromes abhängt. Zwar steigt die Intensität dieses Stromes bedeutend, wenn die Säure und das Alkali in dem Dochte, der sie aufgesogen hat, sich mit einander verbinden; allein im ersten Augenblick stammt die Elektricitätserregung nur von der ersten der beiden so eben angegebenen Ursachen her, und es ist selbst leicht die Wirkung der zweiten zu verhindern, wenn man den Amianth- oder Baumwollendocht so lang macht, dafs Säure und Alkali sich nicht mehr vereinigen können. Dann behält der Strom seine anfängliche Schwäche, und erleidet keine Verstärkung, wie es bei einem kürzeren Dochte nach einigen Augenblicken der Fall ist. Man kann sich leicht überzeugen, dafs der Strom in diesem Fall von der chemischen Wirkung der Säure und des Alkali's auf die im Docht befindliche Flüssigkeit herrührt.

Mehrere mit verschiedenen Säuren und Alkalien und verschiedenen Salzlösungen angestellte Versuche zeigten: 1) dafs man, wenn die Säure oder das Alkali durch die den Docht benetzende Flüssigkeit ersetzt wird, einen Strom von gleicher Richtung, aber geringerer Stärke erhält; 2) dafs der Strom desto stärker ist, je leichter die Salzlösung von dem Alkali oder der Säure zersetzt wird; 3) dafs der Strom in keinem Falle lange von gleicher Stärke bleibt, sondern nach einiger Zeit allmälig schwächer wird, und zwar um so schneller, je lebhafter und folglich je unterbrochener und ungleicher die chemische Action ist.

Die vielen Thatsachen, die den Verfasser zu diesen

Resultaten geführt haben und die in der Abhandlung ausführlich dargelegt sind, zeigen klar, dafs die Berührung von keiner Bedeutung ist für die Erzeugung des Stromes, der aus der gegenseitigen Berührung zweier heterogenen Flüssigkeiten entspringt, und dafs dagegen die chemische Wirkung die einzige Ursache ist, welcher man die unter diesen Umständen auftretende Elektricitätserregung zuschreiben kann. Wie es schien, gab es keine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetz, dafs der Strom, welcher aus der chemischen Action zweier Flüssigkeiten auf einander entspringt, immer direct durch den Baumwollendocht von dem *Alkali* oder der *Base* zu der *Säure* geht; Salzlösungen spielen gegen Säuren die Rolle von Basen, und gegen Basen die Rolle von Säuren. Man mufs hiebei die zufälligen Umstände, wie z. B. Wärme u. s. w. in Betracht ziehen, da diese scheinbare Ausnahmen veranlassen können.

III. *Dritter Fall. Erregung eines Stromes durch einen homogenen oder heterogenen Bogen, dessen Enden in zwei verschiedene Flüssigkeiten tauchen, die in directer Communication mit einander stehen.* — Es kann sich in diesem Falle ereignen, dafs von den beiden Enden des Volta'schen Bogens dasjenige, welches am stärksten angegriffen wird, nicht das positive ist. Wenn man z. B. concentrirte Schwefelsäure in den einen, und Salpetersäure in den andern Arm einer U-förmig gebogenen Röhre giefst, mit der Vorsicht, dafs sich diese Säuren nur berühren, ohne sich mit einander zu vermischen, und man taucht nun das *Zinkende* eines Galvanometers in die Schwefelsäure, und das *Kupferende* in die Salpetersäure, so findet man das Zink positiv gegen das Kupfer, obgleich das letztere stärker von der Salpetersäure, als das Zink von der concentrirten Schwefelsäure angegriffen wird. Dieser Versuch scheint im ersten Augenblick durchaus in Widerspruch mit der chemischen Theorie und im Einklang mit der Contacttheorie zu stehen. Indefs zeigt sich

bald, dafs man diefs Resultat nicht dem Contact der beiden heterogenen Metalle zuschreiben kann; denn man bringt dieselben Erscheinungen hervor, wenn man zwei homogene Metallplatten anwendet. Zwei Kupferscheiben, von denen die eine in concentrirte Schwefelsäure, und die andere in Salpetersäure getaucht ist, und die beide mit den Enden des Multiplicators in Verbindung stehen, veranlassen einen Strom, aus dessen Richtung sich ergiebt, dafs die in die Schwefelsäure getauchte Scheibe positiv ist. Eben so verhält es sich mit zwei homogenen Scheiben von *Zink*, *Eisen*, *Blei*, *Zinn*, *Silber* u. s. w. Da von zwei vollkommen homogenen Scheiben die schwächer angegriffene positiv gegen die andere zu werden vermag, so kann es nicht auffallend seyn, dafs dasselbe auch der Fall bei zwei heterogenen Scheiben ist, und man kann daraus kein Argument zu Gunsten der Contacttheorie hernehmen.

Es ist leicht, sich diese scheinbaren Anomalien zu erklären, wenn man erwägt, dafs die beiden Elektricitäten, welche durch die Einwirkung der Salpetersäure auf die Metallscheibe von einander getrennt werden, sich entweder unmittelbar wiederum vereinigen, oder zu ihrer Vereinigung und Neutralisirung den Weg durch den Bogen nehmen können. In dem vorliegenden Falle bewirkt einerseits die Leichtigkeit, mit welcher die Elektricität aus der Salpetersäure in das Metall übergeht, und andererseits die Schwierigkeit, welche sie beim Uebergange aus dem Metalle in die Schwefelsäure antrifft, dafs die gröfsere Menge von beiden Elektricitäten sich unmittelbar wieder vereinigt, und nur ein sehr kleiner Theil den Weg durch den Bogen nimmt; denn der gesammte Bogen kann nicht ohne einen Durchgang durch die Schwefelsäure durchlaufen werden. Aus eben dem Grunde schlagen die beiden Elektricitäten, welche auf dem in die Schwefelsäure getauchten Metalle getrennt, und durch die chemische Action, die eine zur Säure, die andere

in das Metall geführt werden, zum grofsen Theil den längern, aber leichteren Weg durch den ganzen Bogen ein, um sich zu vereinigen; denn sie treffen auf diesem nur den leichten Uebergang vom Metall in die Salpetersäure, wogegen sie, wenn sie sich direct vereinigten, ohne den Bogen zu durchlaufen, vom Metall in die Schwefelsäure übergehen müfsten. Obgleich demnach durch die Wirkung der Schwefelsäure auf das Metall wirklich weniger Elektricität als durch die Salpetersäure erregt wird, so bekommt doch der von der ersteren Säure erregte Strom das Uebergewicht über den zweiten, und er bestimmt also die Richtung des definitiven Stromes, welcher von dem Instrumente angezeigt wird, und welcher die Differenz zwischen den beiden andern, in entgegengesetzter Richtung wandernden, ist, wie es in einer früheren Abhandlung aus einander gesetzt wurde *). Wenn die beiden Ströme mit gleicher Leichtigkeit durch die Kette gingen, so würde der, welcher von der Salpetersäure erregt wird, den von der Schwefelsäure herrührenden weit übertreffen, und folglich die Richtung des definitiven Stromes die umgekehrte von der beim vorhergehenden Versuche seyn. Diefs hat sich direct bestätigt. Eine Bemerkung, die sich hier sehr natürlich darbietet, und die sich durch viele andere Resultate bestätigt hat, ist die, dafs bei jeder chemischen Action eine weit beträchtlichere Elektricitätserregung stattfindet, als man glaubt. Die vom Galvanometer angezeigte Elektricität ist nur ein geringer Theil von der gesammten Menge, welche wirklich erregt wird; der gröfsere Theil von den durch die chemische Action von einander getrennten Elektricitäten wird durch unmittelbare Wiedervereinigung den Untersuchungen des Physikers entzogen. Man wird hiedurch natürlich zu dem Schlusse geführt, dafs eine sehr schwache und unwahrnehmbare chemische Action im Stande sey, merkliche Spuren von Elektricität zu erregen, sobald die Umstände,

*) *Annal. de chim et de phys. Mars* 1828. (Man sehe den folgenden Aufsatz. *P.*)

welche diese Erregung begleiten, ungünstig sind für die unmittelbare Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten.

Der Versuch, welcher Gegenstand der obigen Bemerkungen ausmacht, wurde mit verschiedenen Flüssigkeiten wiederholt; um aber einfache Resultate zu erhalten, muſs man dabei auf eine etwas andere Weise verfahren. So können die beiden heterogenen Flüssigkeiten bei ihrem Contact, vermöge ihrer Wirkung auf einander, zu einem Strome Anlaſs geben, unabhängig von dem, welcher aus der Wirkung einer jeden von ihnen auf die in sie getauchten Metallscheiben entspringt. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, und die Wirkung der ersten Ursache vollständig zu bestimmen, bringt man jede Flüssigkeit in ein besonderes Gefäſse, taucht jedes der beiden Platinenden des Galvanometers in eine der Flüssigkeiten, und verbindet diese durch den homogenen oder heterogenen Metallbogen, dessen Wirkung man kennen lernen will. Als mit der Schwefelsäure und Salpetersäure auf diese Weise verfahren wurde, erhielt man dieselben Resultate, wie mittelst der frühern Methode.

In der That ist die Wirkung der beiden Säuren auf einander fast Null, und der aus ihr entspringende Strom ist gegen den andern so schwach, daſs sein Einfluſs fast für unmerklich zu achten ist. Indeſs kann man sich direct überzeugen, daſs dieser Strom vorhanden ist, und zwar in einer solchen Richtung, daſs die Salpetersäure die Rolle einer Base gegen die Schwefelsäure zu spielen scheint. In andern Fällen aber, wie z. B. wenn die beiden Flüssigkeiten eine Salzlösung und eine Säure, oder ein Alkali und eine Säure wären, würde der Strom, der aus ihrer gegenseitigen Einwirkung hervorginge, nicht mehr zu vernachlässigen seyn, und er könnte selbst den andern übertreffen. Für diesen Fall ist es besonders gut, die zweite Methode anzuwenden, mittelst welcher man nur den Strom erhält, der aus der Einwirkung einer jeden Flüssigkeit auf das in sie getauchte Metall entspringt. Die

bei Anwendung dieses Verfahrens erhaltenen Resultate, welche in der Abhandlung ausführlich beschrieben sind, zeigen, dafs es aufser den genannten Fällen noch einige giebt, in welchen von den beiden, homogenen oder heterogenen, Metallscheiben der Volta'schen Kette die mindest angegriffene positiv wird; allein die Erfahrung zeigt auch, dafs die über diese Anomalien gegebene Erklärung sich eben so auf diese Fälle anwenden läfst, wie auf den früheren, als Beispiel genommenen, Fall.

In diese Kategorie von Thatsachen gehört ein Versuch von Berzelius, der durch den Namen seines Urhebers und durch die Folgerungen, welche derselbe daraus zu Gunsten der Contacttheorie gezogen hat, eben so wichtig als würdig einer genaueren Untersuchung ist. Eine gewisse Anzahl Becher ist zur Hälfte mit einer concentrirten Lösung von salzsaurem Kalk, zur Hälfte mit verdünnter Salpetersäure gefüllt, wovon die letzter sich wegen ihrer geringeren Dichte nicht mit der Salzlösung mischt, sondern auf derselben stehen bleibt. Kupferbögen, die sich an einem ihrer Enden in einem Stückchen Zink endigen, dienen zur Vereinigung der Becher, und sind so gestellt, dafs das Zinkende ganz in die Lösung des salzsaurem Kalkes taucht, und das Kupferende in die oben schwimmende Salpetersäure des nächsten Bechers.

Dieser Becherapparat entwickelt einen Strom, in welchem das Zinkende, obgleich es kaum angegriffen wird, und besonders viel weniger als das Kupferende, dennoch positiv gegen dieses ist. Es ist leicht sich zu überzeugen, dafs der gröfsere Theil des Stroms von der gegenseitigen Einwirkung der beiden in Berührung stehenden Flüssigkeiten herrührt, welche einen von der Salzlösuug nach der Säure gerichteten Strom veranlafst, der dann vom Zink durch die beiden Flüssigkeiten zum Kupfer zu gehen scheint. In der That, wenn man statt der heterogenen Bögen homogene von *Platin*, *Kupfer* oder *Zink* nimmt, und sie auf dieselbe Weise anordnet, so erhält

man einen Strom von gleicher Richtung, der beim *Platin* nnd beim *Kupfer* schwächer, beim *Zink* aber stärker ist, weil diefs letztere der Elektricität einen leichteren Durchgang gestattet. Ein anderer Beweis, dafs es die Wirkung der Flüssigkeiten auf einander ist, von welcher der gröfsere Theil des Stromes herrührt, ergiebt sich daraus, dafs der Strom sehr schwach und fast Null wird, wenn man den Apparat so einrichtet, dafs die beiden Flüssigkeiten nicht mehr auf einander einwirken können. Bei Aufsuchung der Ursachen, die den Strom entwickeln, darf man auch den Antheil der Wirkung nicht vernachlässigen, welche die, zwischen den über einander geschichteten Flüssigkeiten befindliche, dünne Schicht von Salpetersalzsäure auf denjenigen Metallstreifen ausübt, dessen Ende in die Salzlösung getaucht ist, und der immer positiv gegen den andern ist. Indefs, abgesehen von allen Erklärungen, die man hier in diesem Auszug abzukürzen gezwungen ist, wird die einzige Thatsache, dafs man mit homogenen Bögen einen ähnlichen, bald schwächeren, bald stärkeren Strom wie mit heterogenen Bögen erhält, hinreichend seyn zu beweisen, dafs es nicht der Contact der beiden Metalle ist, welchem man die beim Versuche von Berzelius stattfindende Elektricitätserregung zuschreiben kann.

Einflufs der Temperatur auf die Leichtigkeit, mit welcher die Elektricität von einem Metalle in eine Flüssigkeit übergeht.

Am Schlusse dieses ersten Theils seiner Abhandlung, welcher die als Strömung auftretende Elektricität zum Gegenstande hat, setzt der Verfasser einige von ihm aufgefundene Resultate aus einander, hinsichtlich des Einflusses, den die mehr oder weniger erhöhte Temperatur eines in eine Flüssigkeit getauchten Metallstreifens auf den Uebergang des elektrischen Stromes aus diesem Metalle in die Flüssigkeit ausübt. Mehrere Versuche, bei denen Streifen von Platin oder andern Metallen in schwach

angesäuertes Wasser getaucht und sehr nahe an dem eingetauchten Ende mit einer Weingeistlampe stark erhitzt wurden, so dafs sie hier eine möglichst hohe Temperatur erhalten mufsten, bewiesen, dafs die Intensität des durch die Flüssigkeit von einem Streifen zum andern hindurchgehenden Stromes um's Doppelte stieg, sobald nur dieser Strom eine solche Richtung hatte, dafs er von der Flüssigkeit in das erhitzte Metall gehen mufste. Dagegen wurde die Intensität nicht erhöht, wenn der Strom, vermöge seiner Richtung, aus dem Metall in die Flüssigkeit gehen mufste. Anders gesagt: der *negative* Streifen mufs erhitzt werden, wenn eine Erhöhung der Intensität des Stromes eintreten soll; bei Erhitzung des *positiven* findet keine Verstärkung statt. Der Verfasser versicherte sich, dafs diese Wirkung nicht von der Erhitzung der gesammten Masse der Flüssigkeit, noch von der Erzeugung eines Stromes, der sich dem der Säule etwa hinzufügte, entstanden war; denn bei Erhitzung des Streifens, zu welcher der Strom hinausging, wurde keine Verstärkung oder Schwächung der Intensitat erhalten. Es wurde von der Flüssigkeit eine grofse Masse genommen, so dafs ihre Temperatur beinahe constant blieb, und als nun gleichzeitig der Metallstreifen, zu welchem der Strom hinausging, d. h. der *positive*, und der, in welchen er hineinging, d. h. der *negative*, erhitzt wurden, erhielt man dieselbe Erhöhung der Intensität, als wenn man blofs den letztern erhitzt hätte.

II. Untersuchungen über die Ursachen, welche die Erzeugung der sogenannten Contactelekticität im Zustande der Spannung bedingen.

Man mufs hier eine Unterscheidung machen zwischen dem Fall, wo die zur Erregung dieser Elektricität dienenden Apparate eine Flüssigkeit enthalten, und dem, wo diese Apparate nur aus starren Elementen bestehen.

Erster Fall. Spannungs-Elektricität ohne Flüs-

sigkeit. Eine genauere Prüfung der Versuche, welche theils mit dem Frosche, theils mit dem Condensator über diesen Gegenstand angestellt worden sind, zeigt, daſs es keinen einzigen giebt, welcher ganz beweisend ist, und bei welchem man nicht den Einfluſs anderer Ursachen als des Contactes nachweisen konnte. Diese Prüfung, welche sich in der Originalabhandlung befindet, kann wegen der Länge der Entwickelungen, ohne welche sie nicht vollständig seyn würde, in diesem Auszug keinen Platz finden. Wir müssen uns daher mit der Mittheilung der Versuche begnügen, welche der Verfasser angestellt hat, um zur Lösung der Aufgabe zu gelangen, welche die früheren Untersuchungen scheinen unentschieden gelassen zu haben.

Wenn man der Messingteller eines Condensators mit einer recht blanken Zinkscheibe berührt, so findet man erstern, nach der Berührung, negativ elektrisch. Dieſs ist der bekannte Versuch von Volta. Allein unabhängig von der Berührung giebt es zwei Umstände, die eine aufmerksame Untersuchung verdienen. Der eine ist: die chemische Action, welche die Feuchtigkeit der Hand, mit welcher man das Zink hält, auf dieses Metall ausüben kann; der andere: die chemische Wirkung des Sauerstoffs und Wasserdampfes der atmospärischen Luft auf die gesammte Ausdehnung der oxydablen Fläche.

Es ist leicht sich von dem Einfluſs des ersten dieser beiden Umstände zu versichern, indem man die Metallscheibe mittelst einer hölzernen Zange hält. Alsdann ist, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, die Menge der entwickelten Elektricität weit geringer. Wenn man dagegen die Finger, mit denen man das Zink hält, mit einer Salzlösung oder Säure schwach benetzt, so sind die elektrischen Anzeigen weit stärker. Soll der Versuch gelingen, so muſs man seine Finger nicht zu stark benetzen, damit die dünne Oxydschicht, welche sich bildet, nicht feucht werde; denn, da alsdann die beiden Elektricitäten,

welche durch die chemische Action entwickelt werden, nur durch einen ziemlich guten Leiter getrennt sind, so vereinigen und neutralisiren sie sich wieder. Ist dagegen die Oxydschicht trocken, so dient sie als isolirende Fläche, und die negative Elektricität begiebt sich auf den Condensator, während die positive durch die Hand, welche ihr als Leiter dienet, fortgeht. Diefs Resultat steht durchaus im Einklang mit den analogen Wiedervereinigungen der beiden Elektricitäten, von denen im ersten Theile der Abhandlung die Rede war, und es zeigt sich immer der Erfahrung gemäfs.

Um die Wirkung des zweiten Umstandes, nämlich der chemischen Action des umgebenden Mittels, zu studiren, mufs man die Zinkscheibe mit einer hölzernen Zange halten; man sieht alsdann, dafs ein Hauch mit dem Munde, und noch besser die Dämpfe, welche sich aus einem Schälchen voll Salpetersäure oder Salzsäure, das man unter das oxydable Metall gestellt hat, erheben, die elektrische Wirkung beträchtlich erhöhen, indem sie eine etwas stärkere chemische Action hervorrufen, als die Luft und die in ihr enthaltenen Dämpfe allein zu thun vermögen. Genauer läfst sich dieser Versuch anstellen, wenn man die oxydable Metallscheibe in ein Glasrohr bringt, welches man luftleer machen und mit verschiedenen Gasarten füllen kann. Man klemmt dazu das eine Ende derselben in den Messingstift einer Lederbüchse, während das andere Ende durch eine hölzerne Zange gehalten wird, die zur Röhre hinausreicht. Man hält die Verlängerung der Holzzange mit der Hand, und berührt den Teller des Condensators mit der Verlängerung des Messingstabes. Wenn die Metallscheibe gut abgescheuert worden ist, und man sorgfältig getrocknetes *Stickgas* oder *Wasserstoffgas* hineingebracht hat, so erhält man keine Anzeigen von Elektricität, wogegen sie sogleich zum Vorschein kommen sobald das Gas feucht ist, oder sobald man *atmosphärische Luft*, *Sauerstoff* oder gar

Chlor genommen hat. Besonders im letzteren Falle ist die Divergenz der Goldblättchen des Elektrometers sehr stark. Jedoch hat man einige Vorsicht anzuwenden, wenn der Versuch recht gelingen soll, und besonders ist es gut, daſs das Chlor trocken sey, weil bei zu vieler Feuchtigkeit die beiden Elektricitäten sich leicht wieder vereinigen.

Analoge Resultate wurden mit nerschiedenen Metallen und verschiedenen Gasen erhalten, die merkwürdigsten von allen mit *Kalium* und *Natrium*. Ein Stück von einem dieser Metalle wurde mit einem seiner Enden an eine Platinzange gut befestigt, während man das andere Ende in eine hölzerne Zange einzwängte und damit festhielt. Nachdem man es wohl abgewischt hatte, umgab man es mit recht reiner Bergnaphtha, und berührte nun den Condensator mit dem Platinknopf; allein man erhielt keine Anzeigen von Elektricität. Als dagegen die Naphtha fortgenommen wurde, und keine Dämpfe derselben das Metall mehr umgaben, oxydirte sich dieses schnell an der Luft, und nun zeigte das Elektroskop sehr lebhafte Spuren von Elektricität; kaum war der Condensator nöthig, um sie sichtbar zu machen. Wenn man zuweilen einige Spuren von Elektricität mit dem von der Naphtha noch umgebenen Kalium und Natrium erhält, so rührt dieſs daher, daſs etwas Feuchtigkeit in jene Flüssigkeit gekommen ist, und, an der Oberfläche der beiden Metalle hängend bleibend, eine chemische Action auf dieselbe ausübt, wie leicht einzusehen ist. Auch in Stickgas und Wasserstoffgas geben diese Metalle noch zu einer Elektricitätserregung Anlaſs, und zwar theils der Einwirkung wegen, die sie auf die Gase selbst ausüben, theils der Wasserdämpfe wegen, von denen man sie unmöglich ganz befreien kann. Was das Daseyn dieser chemischen Action beweist, ist: daſs die Oberfläche ihren Metallglanz verliert und anläuft, wie es in der Luft der Fall seyn würde. Zu bemerken ist, daſs die Wirkung der Bergnaphtha bei dem vorherigen Versuche nur darin

bestehen kann, dafs sie die Oxydation, die aus der Einwirkung der Luft hervorgehen würde, verhindert; denn, wenn vermöge der Berührung des Kaliums oder Natriums mit dem Platin eine Elektricitätserregung stattfände, würde die Naphtha, wegen ihrer isolirenden Eigenschaft, das Auftreten dieser Elektricität nicht verhindern. Endlich mufs noch die Bemerkung gemacht werden, dafs, bei dieser Gattung von Versuchen, das Natrium bequemer, als das Kali anzuwenden ist, und dafs die chemische Action, welche auf seine Oberfläche ausgeübt wird, länger anhält, ohne merklich abzunehmen.

Es würde eine grofse Ausführlichkeit nöthig seyn, um eine ganz genaue Idee von den vorhergehenden Versuchen zu geben, und etwaigen Einwürfen zu begegnen; diese Entwickelungen können aber nur in der Abhandlung eine Stelle finden, und man mufs sich daher begnügen, zur Vervollständigung dieses Auszuges blofs einige Bemerkungen hinzuzufügen.

Die erste ist: dafs man sich nicht des Vacuo als umgebenden Mittels bedienen kann, weil es schwer hält, dasselbe vollständig von Wasserdämpfen zu befreien, und weil man die negativen Resultate, welche man etwa erhalten würde, durch das Leitungsvermögen des Vacuums erklären könnte.

Die zweite und wichtigere Bemerkung ist die: dafs die Zeit gleichsam als Element in die hier verhandelte Entwickelungsart der Elektricität eingeht, d. h. dafs, wenn man den Contact mehrmals hinter einander wiederholt, die Intensität der erzeugten Elektricität endlich geringer wird, als wenn man zwischen je zwei auf einander folgenden Berührungen einige Zeit verstreichen läfst. Diese Bemerkung hat sich in mehreren Fällen bestätigt, und besonders in denen, wo die chemische Action, nachdem sie in den ersten Augenblicken sehr lebhaft ist, gegen das Ende schwächer wird, wie z. B. bei der Anwendung von

von *Kalium* und *Natrium*, welche man der Luft aussetzt, oder von Zink, welches man in Chlorgas bringt.

Die dritte und letzte Bemerkung besteht darin, daſs die Metallfläche, auf welcher durch die Einwirkung eines Gases oder umgebenden Mittels Elektricität erregt wird, im Stande ist, seine Elektricität zu behalten und noch zu zeigen, wann schon die chemische Action nicht mehr vorhanden ist. Dieſs Phänomen bei der Spannungs-Elektricität ist dem analog, welches bei der dynamischen Elektricität die Körper zeigen, welche als Leiter dieser Elektricität gedient haben. Nur wenn die Elektricität sehr schwach ist, wie die, um welche es hier sich handelt, kann man diese Eigenschaft der Leiter beobachten; sie scheint daraus zu entspringen, daſs die Theilchen der angegriffenen Fläche gewissermaſsen kleine Leidner Flaschen bilden, und ihre Oxydschicht die isolirende Fläche ist, welche die beiden Elektricitäten von einander trennt. Diese Bemerkung, welche der Verfasser mehrmals zu bestätigen Gelegenheit hatte, erklärt, weshalb in einigen Fällen eine ziemlich merkliche Elektricitätsentwicklung ohne eine sichtliche chemische Action stattfinden kann. Was aber diese Entwicklungsart charakterisirt ist das, daſs sie nach einiger Zeit aufhört, wenn auſserdem keine Elektricität erregende Ursachen vorhanden sind.

Zweiter Fall. Erregung von Spannungs-Elektricität durch Einwirkung einer Flüssigkeit auf ein Metall. — Wenn es die chemische Action des umgebenden Mittels ist, welche, bei der Berührung einer oxydablen Substanz mit einer weniger oxydirbaren, die Elektricitätserregung veranlaſst, so scheint es zunächst, daſs man eine beträchtlichere Wirkung erhalten müsse, wenn man statt des Gases eine das Metall stärker angreifende Flüssigkeit nimmt. Dieſs ist jedoch nicht der Fall, und man bemerkt, daſs die Elektricitätsentwicklung entweder Null oder weit schwächer ist, als die, welche aus der Einwirkung eines trocknen

Gases hervorgeht. Diefs Resultat erklärt sich leicht durch die Betrachtung, dafs die beiden Elektricitäten, von denen die eine durch die chemische Action in die Flüssigkeit, die andere in das Metall geführt wird, sich, nach ihrer Trennung, fast augenblicklich wieder vereinigen, indem ihnen die Berührung der Flüssigkeit mit dem Metall einen leichten Uebergang gestattet. Bei den Gasen dagegen wird die schwächste Elektricität sichtbar, weil, wenn die eine in das Gas geführt wird, und die andere auf dem Metalle bleibt, die dünne isolirende Oxydschicht, welche gebildet worden ist, die Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten verhindert.

Die Resultate, welche Hr. Becquerel erhielt, als er Metalltiegel auf den Condensator stellte und sie mit verschiedenen Flüssigkeiten füllte, erklären sich leicht durch die obige Betrachtung. Man hat schon in einer früheren Abhandlung *) gesehen, dafs die Natur der elektrischen Anzeigen in jedem Falle mit der chemischen Theorie, welche sowohl im Laufe dieses Auszuges als in jener Abhandlung aus einander gesetzt ist, übereinstimmt. Nur eine einzige Thatsache scheint Schwierigkeiten herbeizuführen. Diese ist: dafs man durchaus keine Anzeigen von Elektricität bekommt, wenn man in den Metalltiegel eine denselben angreifende Flüssigkeit, zum Beispiel eine Säure, giefst, und in diese Flüssigkeit ein mit der Hand gehaltenes Stück Holz eintaucht. Es scheint als müsse die possitive Elektricität, welche durch die chemische Action von der negativen getrennt und in die Flüssigkeit geführt worden ist, durch den ihr dargebotenen hölzernen Leiter entweichen, und der negativen Elektricität, die sich in dem Metalle befindet, erlauben in den Condensator überzugehen und das Elektroskop zu afficiren. Diefs geschieht wirklich, wenn man die Flüssigkeit statt des Stückes Holz mit einem in der Hand gehaltenen Platindraht berührt. Diese Verschiedenheit in

*) *Ann. de chim. et de phys. Mars* 1828. (Man sehe den folgenden Aufsatz.)

den Resultaten darf man nicht dem Unterschied im Leitungsvermögen der beiden Substanzen zuschreiben, denn der gröfste Theil des Leiters ist in beiden Fällen derselbe, nämlich die Hand und der Körper Desjenigen, welcher den Platindraht oder das Stückchen Holz hält; dagegen hängt Alles von der gröfseren oder geringeren Leichtigkeit ab, mit welcher die Elektricität aus der Flüssigkeit in dem ihr dargebotenen starren Leiter übergehen kann. Ist dieser Leiter von Holz, so ist der Uebergang zu schwierig, als dafs die positive Elektricität davon gehen könnte, und alsdann vereinigt sie sich mit der im Metalltiegel befindlichen negativen Elektricität. Ist dagegen der Leiter von Platin, so ist der Uebergang leichter; es entweicht ein Theil der positiven Elektricität, während ein Ueberschufs von der negativen zurückbleibt und den Condensator afficirt.

Wenn man den Tiegel sehr stark erhitzt, und einen Tropfen Wasser oder eine andere, das Metall angreifende, Flüssigkeit hineinschüttet, so divergiren, bei beginnender Verdampfung, die Goldblättchen des Elektroskops mit negativer Elektricität. Diese Thatsache, die mit Tiegeln und Flüssigkeiten von verschiedener Natur beständig zum Vorschein kommt, ist ebenfalls eine Folge der chemischen Theorie; die positive Elektricität wird von dem sich aus dem Tiegel erhebenden Dampf der Flüssigkeit fortgeführt, während die negative im Metall bleibt und in das Elektroskop übergeht. Die positive Elektricität könnte sogar auf der Fläche des Tiegels zurückbleiben, aber geschieden von der negativen durch die dünne isolirende Schicht trocknen Oxyds, welche sich durch die chemische Action gebildet hat und nach der Verdampfung zurückgeblieben ist. In der That verschwindet auch sogleich die Divergenz der Goldblättchen des Elektrometers, wenn man, nachdem alle Flüssigkeit verdampft ist, auf's Neue einige Tropfen hineinschüttet, die, indem sie das Oxyd benetzen und auflösen, den beiden

Elektricitäten gestatten, sich wieder zu vereinigen. Sie divergiren nicht, sobald man beim ersten Male mehr Flüssigkeit einschüttet als nöthig ist, damit nach der Verdampfung nichts zurückbleibt und die gebildete Oxydschicht ohne Feuchtigkeit sey. Ueberdiefs verschwinden die Anzeigen von Elektricität auch sogleich, so wie man die äufsere Fläche der Oxydschicht durch einen isolirten leitenden Bogen mit der den Teller des Elektroskops berührenden Metallfläche des Tiegels in Verbindung setzt, eben so, wie wenn man die innere Belegung einer Leidner Flasche mit ihrer äufsern verbindet.

Bei den verschiedenen Versuchen, welche der Verfasser zur Erforschung dieser Classe von Erscheinungen anstellte, überzeugte sich derselbe, dafs es nicht die Verdampfung, sondern die chemische Action sey, durch welche Elektricität erregt wird; und er erkannte im Besondern, wie schon Hr. Pouillet *) vor ihm, dafs ein sehr reiner und stark erhitzter Platintiegel keine Anzeigen von Elektricität liefert, wenn man in demselben, auf gleiche Weise wie in einem oxydirbaren Tiegel, einige Tropfen Wasser verdampft. Die vollständige Uebereinstimmung zwischen der Art der Elektricität, welche nach der Theorie auftreten mufs, und der, welche nach dem Versuche wirklich auftritt, ist ein neuer Beweis, dafs die Elektricität durch die chemische Action hervorgerufen wird.

Die Verschiedenheit in den Resultaten, welche bei Hineinschüttung einiger Tropfen einer Flüssigkeit in einen heifsen Tiegel auftreten kann, und die negativen Resultate, die sich unter denselben Umständen bei Anwendung eines kalten Tiegels ergeben, erklären sich demnach leicht, wenn man erwägt, dafs im ersten Fall, aber nicht im zweiten, ein Strom von Dampf zugegen ist, welcher einen Theil der positiven Elektricität fortführt, und dafs sich eine

*) Man sehe diese Ann. Bd. 87. S. 447.

isolirende Schicht trocknen Oxyds bildet, welche die Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten verhindert.

Unter den verschiedenen Versuchen, welche über diesen Gegenstand in der Abhandlung enthalten sind, ist einer, der einige Aufmerksamkeit und deshalb hier noch Erwähnung verdient. Wenn man an den oberen Teller des Condensators einen dicken Platindraht befestigt, der mit einem seiner Enden in eine Schale mit concentrirter Schwefelsäure taucht, und man steckt nun in dieselbe Säure das Ende eines kleinen mit der Hand gehaltenen Holzstabes, so ladet sich der Condensator mit positiver Elektricität. Diese Elektricität ist, wovon man sich leicht überzeugen kann, eine Folge der chemischen Action der Säure auf das Holz; denn die negative Elektricität, welche im Holze bleibt, entweicht durch die Hand, und die positive, welche in die Flüssigkeit übergeht, verbreitet sich in derselben, geht in den Platindraht, und von diesem in den Condensator. Man erhöht die Intensität der angehäuften Elektricität beträchtlich, wenn man den Platindraht, bevor man ihn in die Schwefelsäure bringt, in Salpetersäure taucht, denn dadurch erleichtert man den Uebergang der in der Flüssigkeit verbreiteten positiven Elektricität in diesen Draht. Eine recht sonderbare Thatsache ist: dafs die Schwefelsäure eine Portion dieser Elektricität behält, von der man Spuren auffinden kann, wenn man, ohne das Holz einzutauchen, das Platin von Neuem in die Säure steckt; indefs verschwinden, nach einer oder zwei solchen Eintauchungen, die Anzeigen völlig, da die Säure alsdann der Elektricität, die sie behalten konnte, beraubt ist.

Bemerkung. Alle Versuche, von denen in diesem zweiten Theile der Abhandlung die Rede war, wurden mit einem gewöhnlichen Goldblatt-Elektroskop, ohne trockne Säule, und mit einem Condensatorvon 6 Zoll im Durchmesser, angestellt.

III. Folgerungen aus den bisher angeführten Thatsachen.

Diese Folgerungen sind zweierlei Art, die einen beziehen sich auf die elektro-chemische Theorie, die anderen auf die Theorie von der Volta'schen Säule.

Was den ersten Punkt betrifft, so scheint aus den in dieser Abhandlung enthaltenen Thatsachen hervorzugehen, daſs die Elektricität immer das Resultat einer *Action*, und niemals das eines *Zustandes* (weil der Contact als erzeugende Ursache ausgeschlossen ist), eher eine *Wirkung* als eine *Ursache* sey, und daſs folglich nicht die chemische Action durch die Elektricität, sondern die Elektricität durch die unbekannte, bei der chemischen Action wirkende, Kraft hervorgerufen wird. Obgleich der Verfasser diese Meinung für sehr wahrscheinlich hält, so verhehlt er sich doch nicht die Möglichkeit, daſs die Körper eine eigne und mit deren Natur innig zusammenhängende Elektricität besitzen können. Die Thatsache, daſs der Contact zweier heterogenen Substanzen keine Elektricität entwickelt, ist seiner Meinung nach dieser Annahme keinesweges zuwider. Man muſs dagegen bemerken, daſs, wenn man, *à priori* und ohne irgend eine wahre oder falsche Kenntniſs von dem Effecte des Contacts zu besitzen, in jeder Substanz eine ihr eigene Elektricität angenommen hätte, man den Contact zweier Körper, von denen der eine positiv und der andere negativ angenommen wird, für geeigneter halten würde, diese Elektricitäten zu verbergen, als sie sichtbar zu machen. In der That ist man, um nach der Contacttheorie zu erklären, wie, ungeachtet ihrer Berührung, die beiden entgegengesetzten Elektricitäten der Körper sich nicht neutralisiren, zur Annahme einer (wie alle Kräfte dieser Art) schlecht definirten verborgenen Kraft, der *elektromotorischen Kraft*, wie man sie nennt, genöthigt gewesen.

Was die Theorie der Säule und die Erklärung der sich bei derselben zeigenden Erscheinungen betrifft, so

würde dieser Gegenstand ausführlichere Entwicklungen erfordern, als in diesem Auszug gegeben werden können. Man kann indefs bemerken, dafs die Auseinandersetzung der Versuche, die in den beiden ersten Theilen dieser Abhandlung enthalten sind, diese Erklärungen abzukürzen und zu erleichtern vermag. Was zunächst die Anhäufung der beiden Elektricitäten an den Enden oder Polen einer aus mehreren Plattenpaaren bestehenden Säule betrifft, so ist sie das Resultat der Art und Weise, wie die Elektricität durch die chemische Action erregt wird. So begiebt sich die positive Elektricität, die durch die Einwirkung der Flüssigkeit auf die Zinkscheibe erregt wird, in diese Flüssigkeit, trifft auf das Kupfer des folgenden Plattenpaares, dringt in dasselbe ein und neutralisirt die negative Elektricität der zweiten Zinkplatte, die an diefs Kupfer gelöthet ist; währenddefs verbreitet sich die positive Elektricität dieser Platte in die Flüssigkeit, geht in das Kupfer des dritten Platinpaares, neutralisirt daselbst die auf der dritten Zinkplatte gebliebene negative Elektricität, und so fort. Es befindet sich daher an einem Ende der Säule ein Ueberschufs von positiver und am andern ein Ueberschufs von negativer Elektricität, und man begreift, dafs die Stärke der chemischen Action von Einflufs ist auf die Intensität der angehäuften Elektricitäten. Was die Wirkung betrifft, welche die Anzahl der Platten auf die Spannung ausübt, so ist sie leicht zu erklären. Die beiden Elektricitäten nämlich, welche an den Polen einer Säule angehäuft sind, streben sich gegenseitig zu neutralisiren, und, wenn die Pole durch keinen Leiter verbunden sind, so ist es die Säule selbst, welche ihnen zu ihrem gegenseitigen Zusammentreffen behülflich ist. Auch kann jede der Elektricitäten eine gewisse Spannung nicht überschreiten, deren Stärke von der gröfseren oder geringeren Leichtigkeit abhängt, welche der Volta'sche Apparat dem Durchgange der beiden Flüssigkeiten darbietet; und man hat schon gezeigt,

dafs, je gröfser die Anzahl der zu durchdringenden Platten ist, desto beträchtlicher der Widerstand und schwieriger der Durchgang wird. Mithin wird die Elektricität, welche an dem einen Ende der Säule angehäuft ist, nur dann den Condensator afficiren, sobald diese Säule aus einer solchen Anzahl von Plattenpaaren besteht, dafs der Widerstand, welchen sie der Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten entgegensetzt, grofs genug ist, um die Spannung einer jeden von ihnen merklich werden zu lassen. Eben so ist es nöthig, wenn man Wasser mittelst zweier mit den Polen einer Säule verbundenen Platindrähte zersetzen will, dafs diese Säule aus einer hinreichenden Zahl von Plattenpaaren bestehe, damit die beiden Elektricitäten, wenigstens zum Theil, zu ihrer Wiedervereinigung es vorziehen, durch das Wasser hindurchzugehen, anstatt durch die Säule selbst zu wandern. Man kann sich auch direct überzeugen, dafs ein Volta'scher Apparat, der ganz genau aus der zur Wasserzersetzung nöthigen Anzahl von Plattenpaaren besteht, in diesem Falle sehr nahe eine gleiche Leitungsfähigkeit besitzt, wie der Apparat, den der Strom durchlaufen mufs, um die Wasserzersetzung zu bewirken. Mit einem Worte, alle diese Erscheinungen, welche von der Anzahl der Plattenpaare abhängen, lassen sich durch die Betrachtung erklären, dafs den beiden Elektricitäten zu ihrer Wiedervereinung immer zwei Wege offen stehen, der Volta'sche Apparat selbst und der Leiter, welcher dessen Enden vereinigt. Die gröfsere oder geringere Menge von Elektricität, die durch diesen Leiter geht, hängt von dem Verhältnisse ab, in welchem das Leitungsvermögen desselben zu dem der Säule steht.

Was die Wärmewirkungen betrifft, so ist zu deren Hervorbringung keine grofse Zahl von Platten erforderlich, weil man, um sie zu erhalten, metallische Leiter anwendet, und diese immer besser leiten als der Volta'sche Apparat, bestände er auch nur aus einem einzigen

Plattenpaar. Nichts desto weniger bedarf man in einigen Fällen, wie bei dem Versuche mit den Kohlenspitzen, wenn der elektrische Strom einen beträchtlichen Widerstand erleidet, einer Säule, die aus einer grofsen Anzahl von Plattenpaaren besteht.

Die Abhandlung beschliefst mit einigen, auf mehrere Versuche gestützte, Betrachtungen über die Wärme-Wirkungen des Volta'schen Stroms. Der Verfasser sucht zu beweisen, dafs diese Wirkungen von dem Widerstande herrühren, welche die Elektricität beim Uebergange von einem Körper in einen andern, und von einem Theilchen in das folgende erleidet. Es scheint, als werde die Wärme von dem Antheil der Elektricität erregt, welcher aufgehalten wird. Mehrere Versuche bestätigen diese Meinung. So z. B. wird zwischen den Polen der Säule eine Kette, die aus mehreren in einander gehängten Metalldrähten von gleicher Natur und gleichem Durchmesser besteht, immer in den Einhängepunkten glühend. Ein Baumwollendocht, mit einer Salzlösung geschwängert, welches dem elektrischen Strome als Leiter dient, erhitzt sich stark, während dieselbe Lösung, wenn sie in eine Röhre von gleichem Durchmesser eingeschlossen wird, kalt bleibt. Diefs rührt daher, dafs im ersten Falle jedes Wassertheilchen von dem nächsten durch eine Schicht Baumwolle getrennt ist, und dafs daraus für die Elektricität eine Reihe von Uebergängen aus einer Substanz in eine andere nöthig wird. Der Stengel einer fetten Pflanze, der mittelst zwei hineingesteckter Platindrähte in die Kette gebracht worden ist, erhitzt sich dermafsen, dafs das Wasser endlich zum Sieden kommt, und zwar aus demselben Grunde, da jedes Theilchen in einer Zelle für sich befindlich, und von den andern durch eine vegetabilische Hülle geschieden ist.

Diese Betrachtungsweise der Wärme-Wirkungen erklärt auch endlich, weshalb, wenn die Summe der gesammten Oberflächen gleich ist, eine aus mehreren Plat-

tenpaaren bestehende Säule weniger Wärme entwickelt, als eine andere, die nur aus einer geringen Zahl von Platten zusammengesetzt ist. Im ersten Falle haben die vielen Uebergänge der Elektricität aus einer Platte in die Flüssigkeit und aus dieser in die folgende Platte, schon eine grofse Menge von Elektricität aufgefangen, und besonders den Theil der Elektricität, welcher des Durchganges nicht fähig ist, schon hiedurch allein die Wärmewirkung erzeugt.

Das mitgetheilte Detail giebt nur eine unvollkommene Idee von Hrn. de la Rive's Versuchen und Erklärungen hinsichtlich dieses Theils seiner Untersuchungen; eine vollständige Einsicht in das Obige kann man nur durch die in der Originalabhandlung befindlichen Entwicklungen erhalten.

XIII. *Ueber die Umstände, welche die Richtung und Stärke des elektrischen Stromes in einer galvanischen Kette bedingen;*
von Hrn. A. de la Rive.

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 225.) *)

Wenn man zwei Metalle oder zwei Stücke eines und desselben Metalls in eine leitende Flüssigkeit taucht, und die herausragenden Enden unmittelbar mit einander verbindet, so gerathen bekanntlich die beiden Metalle oder Metallstücke in entgegengesetzt elektrische Zustände, und, indem sich die an denselben angehäuften Elektricitäten

*) Obgleich dieser Aufsatz manches Bekannte einschliefst, so dürfte es doch nicht überflüssig seyn, ihn hier im Auszuge mitgetheilt zu haben, einerseits: weil er zum Verständnifs des vorhergehenden Artikels wesentlich ist, und dann auch: weil der Gegenstand desselben, obgleich unzählig oft behandelt, dennoch keinesweges als entschieden betrachtet werden kann. *P.*

fortwährend mit einander wieder vereinigen, entsteht ein elektrischer Strom. An diesem Strome lassen sich zwei wesentliche Dinge unterscheiden, die *Richtung* und die *Stärke*. Die Richtung hängt davon ab, welches der beiden Metalle positiv oder negativ elektrisch geworden ist. Die Stärke dagegen wird von der Energie bedingt, mit welcher die Erregung der Elektricität geschieht. Die Aufsuchung der Umstände, von welchen diese beiden Elemente bedingt werden, ist nun die Aufgabe, deren Lösung der Verfasser in dem Nachstehenden zu unternehmen gesucht hat.

Untersuchung der Umstände, welche die Richtung des Stromes bedingen.

Nach der Volta'schen Theorie wird in der einfachen Kette die Richtung des Stromes oder die Art der Elektricität, welche jedes der beiden Metalle annimmt, lediglich durch den Contact dieser Metalle bedingt, während die Flüssigkeit nur als mehr oder weniger guter Leiter wirkt, und bloſs in dieser Beziehung einen Einfluſs auf die Intensität des Stromes ausübt. Sir Humphry Davy legt zwar diese Theorie von Volta zum Grunde, nimmt aber überdieſs an, daſs der elektrische Strom nicht ohne eine chemische Action entstehen könne, und daſs die Stärke desselben von dieser Action abhängig sey. Nach einer dritten Theorie, der von Fabroni, Wollaston und andern Physikern, ist endlich die chemische Wirkung der Flüssigkeit auf die Metalle die einzige Ursache der Elektricitätserregung, und der Contact nur das Mittel, dieselbe zu versichtbaren. Zur Stütze dieser Theorie kann man die unbestreitbare Thatsache anführen, daſs die chemische Action für sich allein Elektricität entwickelt, und besonders die: daſs ein starker elektrischer Strom erregt wird, wenn man zwei Stücke eines und desselben Metalles in eine Flüssigkeit taucht, von welcher es angegriffen wird. Diese Erscheinung kann nach Hrn.

de La R. weder durch die Volta'sche Contacttheorie, noch durch die gemischte Theorie von Davy erklärt werden.

Hr. de La Rive hat nun geglaubt, dafs sich die Streitfrage entscheiden lasse, wenn es durch Anwendung verschiedener Flüssigkeiten bei einer und derselben Kette gelinge, den Strom in derselben umzukehren. Eine einzige wohl erwiesene Thatsache, dafs dasselbe Metall, vermöge einer blofsen Umtauschung der Flüssigkeit, gegen das mit ihm in Berührung stehende, positiv oder negativ werden könne, ist seiner Meinung nach zum Beweise hinreichend, dafs der elektrische Zustand der beiden metallischen Glieder einer Kette nicht von dem Contacte oder wenigstens nicht ausschliefslich von demselben abhängig sey. Wirklich glaubt Hr. de La Rive aus der Gesammtheit seiner Versuche schliefsen zu können: 1) Dafs der elektrische Zustand, in welchen sich die beiden Metallplatten versetzen, nicht vom Contacte ohne Rücksicht auf die Flüssigkeit herrührt. 2) Dafs derselbe von dem Verhalten jedes der beiden Metalle zur Flüssigkeit abhängt. 3) Dafs dasjenige Metall, auf welches die Flüssigkeit die stärkste chemische Action ausübt, positiv gegen das andere wird.

Von den einzelnen Versuchen, die sämmtlich mit Hülfe eines mäfsig empfindlichen Galvanometers angestellt worden sind, mögen hier folgende ausgehoben werden.

Wird eine Kette aus Kupfer und Zinn in eine Salzlösung oder Säure getaucht, so geht der Strom vom Kupfer zum Zinn, wird sie aber in Ammoniakflüssigkeit getaucht, geht er vom Zinn zum Kupfer. Im ersten Fall ist also das Zinn, und im zweiten das Kupfer positiv, und zwar nach dem Verfasser deshalb, weil die Salzlösung oder Säure stärker auf Zinn als auf Kupfer, und im zweiten Fall das Ammoniak stärker auf Kupfer als auf Zinn einwirkt. Der Effect kann nicht dem Contacte der Metalle mit dem Alkali zugeschrieben werden, denn sonst müfste Zink, welches positiver als Kupfer und Zinn ist,

im Ammoniak negativ gegen dieselben werden; wogegen es aber positiv wird, weil es eine stärkere Einwirkung von Ammoniak erleidet, als jene Metalle. Eben so ist das Zinn in einer Kalilösung, wie in einer Salzlösung oder Säure, positiv gegen das Kupfer. Auch Eisen ist in einer Salzlösung oder verdünnter Säure positiv, und im Ammoniak negativ gegen Kupfer. Eine Säule aus Zinn und Eisen zeigt den + Pol auf Seite des Eisens, und eine Säule aus Eisen und Kupfer auf Seite des Kupfers, wenn man sie, statt der Salzlösung oder Säure, mit Ammoniakflüssigkeit ladet.

In verdünnter Salpetersäure sind Kupfer und Eisen negativ, in concentrirter Säure dagegen positiv gegen Blei, nach dem Verfasser aus dem Grunde, weil Blei in verdünnter Salpetersäure stärker, und in concentrirter schwächer als die beiden andern Metalle angegriffen wird. In der concentrirten Säure sind Eisen und Kupfer im ersten Moment negativ, weil sie noch keine chemische Einwirkung von derselben erlitten haben; wartet man aber eine Weile, oder zieht man sie auf einen Augenblick aus der Säure, so tritt bei Wiedereintauchung die chemische Action sogleich ein, und dann ist das Eisen sowohl als das Kupfer stark positiv gegen das Blei.

Ein entgegengesetztes Verhalten in concentrirter und verdünnter Salpetersäure zeigen mehrere Metalle. In nachstehender Tafel ist jedes Metall positiv gegen das vorhergehende, und negativ gegen das folgende.

In concentrirter Salpetersäure.	In verdünnter Salpetersäure.
Oxydirtes Eisen	Silber
Silber	Kupfer
Quecksilber	Oxydirtes Eisen
Blei	Eisen
Kupfer	Blei
Eisen	Quecksilber
Zink	Zinn
Zinn	Zink

Ganz ähnliche Resultate liefern andere Säuren, besonders Schwefelsäure, concentrirt und verdünnt angewandt.

Noch geeigneter, den Einfluſs der chemischen Action zu erweisen, sind nach dem Verfasser folgende Thatsachen.

Kohle ist sowohl in kalter als besonders in bis 100° oder 150° C. erhitzter concentrirter Schwefelsäure stark positiv gegen *Platin;* in etwas erwärmtem Königswasser dagegen noch stärker negativ gegen dasselbe Metall. Im ersten Fall wird aber die Kohle, im letztern das Platin stark angegriffen. Der Versuch läſst sich am besten mit einem Platintiegel anstellen.

Eisen ist in verdünnter Säure ungemein positiv gegen *Arsenik;* in schmelzendem Kalihydrat dagegen, worin das Arsenik stark angegriffen wird, negativ.

Eisen ist meistens positiv gegen *Gold;* taucht man aber beide in Quecksilber, nachdem man das Gold mit Salpetersäure benetzt hat, so ist es negativ gegen dieses.

Aus der Gesammtheit seiner Versuche schlieſst der Verfasser, daſs allemal, wenn die chemische Action der Flüssigkeiten auf die beiden Elemente der Kette ungleich ist, ein elektrischer Strom auftrete, und daſs sich dadurch besonders die Erzeugung des Stromes bei zwei Platten eines und desselben Metalles erklären lasse, da wegen ungleicher Gröſse der Oberfläche oder Ungleichzeitigkeit der Eintauchung, oder irgend eines zufälligen Umstandes, immer eine Platte mehr als die andere angegriffen wird. Der Verfasser glaubt auch gefunden zu haben, daſs sich durch Vergröſserung der Oberfläche des weniger angegriffenen Metalls, die lebhaftere Einwirkung der Flüssigkeit auf das andere Metall compensiren lasse, sobald der Unterschied zwischen beiden Actionen sehr klein ist. Kupfer dagegen, auch mit noch so groſser Fläche, fand er in einer Salzlösung oder Säure immer positiv gegen Zink. Aus der Ungleichheit der chemischen Action auf die Ele-

mente der Kette erklärt Hr. de La Rive auch, weshalb, wenn man concentrirte und verdünnte Schwefelsäure in einer U-förmig gebogenen Röhre über einander schichtet, so daſs diese den einen, und jene den andern Schenkel einnimmt, dasjenige Metall, welches man in die verdünnte Säure taucht, positiv wird, es mag von gleicher oder verschiedener Natur mit dem in die concentrirte Säure gestellten Metalle seyn. Die Ausnahmen von dieser Regel schreibt er auf Rechnung der chemischen Action, die zwischen der concentrirten und verdünnten Säure stattfindet. Eben so findet derselbe es leicht erklärlich, daſs von zwei Kupferstreifen, von denen einer in concentrirte, und der andere in verdünnte Salzlösung gestellt wird, letzterer, wie Hr. Becquerel *) gefunden, positiv gegen den ersten ist, da er stärker angegriffen wird als dieser.

Daſs ein oxydirtes Metall immer negativ ist gegen dasselbe Metall im unoxydirten Zustande, rührt nach dem Verfasser gleichfalls daher, daſs die chemische Action auf ersteres schwächer ist als auf letzteres; auch erhöht, nach ihm, eine Erwärmung die Intensität des Stroms gröſstentheils nicht durch eine Verstärkung das Leitungsvermögen der Flüssigkeit, wie Hr. Marianini glaubt, sondern dadurch, daſs sie die chemische Action auf das angegriffene Metall verstärkt. Unter gewissen Umständen erhöht indeſs die Wärme wirklich das Leitungsvermögen der Flüssigkeiten, wie schon aus einem vor langer Zeit von den HH. Gay-Lussac und Thénard angestellten Versuche hervorgeht **), wobei sie aus einer zwischen die Pole einer Säule gebrachten Flüssigkeit, unter sonst gleichen Umständen, mehr Gas erhielten, wenn sie warm, als wenn sie kalt war. Hr. de La Rive hat gefunden, daſs die Verstärkung des Leitungsvermögens der Flüssigkeiten besonders merklich ist, wenn diese in enge, weni-

*) *Ann. de chim. et de phys. XXXV. p.* 120.

**) *Recherches physico-chimiques. I. p.* 24.

ger als einen Zoll im Durchmesser haltende Röhren eingeschlossen sind, bei gröfseren Entfernungen aber unwahrnehmbar wird, und eben diefs veranlafst ihn, zu glauben, dafs bei Hrn. Marianini's *) Versuchen der Effect fast ganz von der Erhöhung der chemischen Action abhängt. Auch bemerkt er bei dieser Gelegenheit, dafs die von Hrn. Marianini gegebenen Tafeln über die Reihenfolge verschiedener Substanzen in elektromotorischer Hinsicht und über das Leitungsvermögen der Flüssigkeiten keine allgemeine Gültigkeit haben, sondern nur für die Umstände gelten, unter welchen die ihnen zum Grunde liegenden Versuche angestellt worden sind.

Was die Art betrifft, wie die chemische Action die Richtung des Stromes in einer galvanischen Kette bedingt, so denkt der Verfasser sie sich folgendermafsen: Wenn ein Metall von einem flüssigen oder gasigen Agens chemisch angegriffen wird, so erlangt die angegriffene Fläche positive Elektricität, und diese geht in das umgebende Gas oder Liquidum über. Die negative Elektricität aber, von der angegriffenen Fläche fortgestofsen, sucht dagegen aus dem Metall durch die Leiter zu entweichen, welche an dasselbe gelöthet sind, und folglich nicht blofs mit dessen Oberfläche, sondern auch mit dessen Inneren in Verbindung stehen. Die Intensität der beiden Elektricitätsentwicklungen hängt von der Stärke der chemischen Action ab. Taucht man zwei Metallscheiben in eine Flüssigkeit, so gerathen beide in den eben beschriebenen Zustand, und werden nur die herausragenden Enden der Scheiben durch einen metallischen Leiter verbunden, so vereinigen und neutralisiren sich die positiven und negativen Elektricitäten beider Platten. Jede Platte, in sofern sie angegriffen wird, ist also die Quelle eines Stro-

*) Die Abhandlung, worin Hr. M. diese Versuche auseinandersetzt, findet sich in den *Ann. de chim. et de phys. T. XXXIII. p.* 113. *P.*

Stromes, und zugleich die Leiterin des Stroms der andern Platte. Der wahrnehmbare Strom ist nur der Unterschied zwischen diesen beiden entgegengesetzten Strömen, und die Platte, deren Strom überwiegt, heifst positiv, wiewohl sie die negative Elektricität hergiebt, welche die andere Platte zeigt. Ist die chemische Action auf beide Flächen gleich stark, findet, wie wenn sie Null ist, kein wahrnehmbarer Strom statt.

Hiedurch werden nach dem Verfasser mehrere Erscheinungen erklärlich, welche von einigen Physikern, namentlich von Hrn. Becquerel *), dem Contacte der Flüssigkeiten mit Metallen zugeschrieben worden sind. Als nämlich Hr. Becquerel ein mit einer Flüssigkeit gefülltes Metallgefäfs auf einen Condensator stellte, und in die Flüssigkeit ein anderes Metall tauchte, erhielt der Condensator bald positive, bald negative Elektricität. Nach Hrn. de La Rive ist diefs eine Folge der oben aus einander gesetzten Principien. Wird das eingetauchte Metall stärker angegriffen, als das Gefäfs, so erhält der Condensator positive Elektricität; dagegen bekommt er negative Elektricität, wenn das Gefäfs angreifbarer ist. Ersteres ist der Fall, wenn man in ein mit concentrirter oder verdünnter Schwefelsäure gefülltes Platingefäfs einen Silberstreifen taucht; letzteres, wenn man statt des Platingefäfses ein Kupfergefäfs anwendet.

Zuletzt untersucht der Verfasser noch in diesem Theile seiner Abhandlung, in wiefern sich die jetzt herrschende elektrochemische Theorie mit seinen Ansichten vertrage. Die elektrochemische Theorie, sagt er, scheint mir im Wesentlichen auf folgenden zwei Thatsachen zu beruhen. Erstens, dafs die Körper eine eigenthümliche Elektricität besitzen, welche beim Contacte sichtbar wird; eine Thatsache, deren Unrichtigkeit ich nachzuweisen gesucht habe. Zweitens, dafs bei jeder durch die Volta'sche Säule bewirkten Zersetzung einige Körper (die *negativen* sagt man)

*) *Ann. de phys. et de chim. XXVII. p.* 11.

zum +Pol, und andere (die *positiven*) zum —Pol übergehen. Nun habe ich in einer früheren Abhandlung gezeigt, dafs die Zersetzungen nicht vermöge der Spannungs-Elektricitäten, vermöge analoger elektrischer Attractionen und Repulsionen, wie sie in den gewöhnlichen Fällen stattfinden, bewirkt werden, weil die Zersetzungen desto rascher geschehen, je leitender die Flüssigkeit und je geringer also die Spannung ist. Es scheint mir demnach, dafs, wenn man die beiden so eben angeführten Thatsachen nicht zugeben kann, die elektro-chemische Theorie, welche eine Folge derselben ist, auf keiner soliden Grundlage beruhe. Dafs eine Elektricitätsentwicklung bei der Verbindung zweier Körper, d. h. bei einer chemischen Action, stattfindet, bin ich weit entfernt zu läugnen, da es eben das Princip ist, von dem ich ausgehe. Dafs es diese Elektricität sey, von der die, gewöhnlich jede chemische Action begleitende, Entwicklung von Wärme und Licht herstammt, ist sehr möglich und selbst wahrscheinlich; dafs aber die eigenthümliche Elektricität der auf einander wirkenden Körper die Kraft sey, durch welche die chemische Action bewirkt werde, und dafs die chemische Verwandtschaft nur das Resultat der gegenseitigen Anziehung beider Elektricitäten sey, diefs scheint mir weder wahrscheinlich, noch vereinbar mit den von mir angeführten Beobachtungen.

II. Untersuchung der Umstände, welche die Stärke des elektrischen Stromes bedingen.

Drei Umstände haben nach Hrn. de la Rive einen Einflufs auf die Stärke des Stromes:

1) Der Unterschied in der Stärke, mit welcher die chemische Action der Flüssigkeit auf jedes Metall der Volta'schen Kette vor sich geht; je gröfser, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, dieser Unterschied ist, desto intensiver ist der Strom.

2) Die gröfsere oder geringere Leichtigkeit, mit wel-

cher der elektrische Strom aus dem starren Elemente der Kette in die Flüssigkeit übergehen kann.

3) Der Grad von Leichtigkeit, mit welcher die Elektricität von einem Theilchen der Flüssigkeit in den andern übergeht, oder das Leitungsvermögen der Flüssigkeit.

Theoretisch genommen käme noch das Leitungsvermögen der starren, gewöhnlich metallischen, Leiter in Betracht; in der Praxis aber ist es meist von so unbedeutendem Einfluſs ist, daſs es gegen die drei andern Umstände vernachlässigt werden kann.

I. *Unterschied in der chemischen Action der Flüssigkeit auf jedes Element der Kette.* — Dieser Unterschied kann davon herrühren, daſs entweder die Elemente heterogener Natur sind, oder falls sie homogen sind, daſs das eine, wegen kleinerer oder mehr oxydirter Oberfläche, oder aus sonst einem Grunde, weniger angreiſbar als das andere ist. Im Falle der Heterogenität ist der Strom desto stärker, je verschiedener sich die Körper in Bezug auf die chemische Action der Flüssigkeit verhalten. So giebt, in verdünnter Schwefelsäure, Eisen mit Zink oder Kupfer einen schwächeren Strom, als Zink mit Kupfer. Die Ausnahmen hievon lassen sich vollkommen erklären. Platin z. B. giebt mit Zink einen schwächeren Strom, als Kupfer unter gleichen Umständen; und doch ist zwischen der Wirkung der Flüssigkeit auf Zink und Platin ein gröſserer Unterschied, als zwischen der auf Zink und Kupfer. Wir werden aber bald sehen, bemerkt der Verfasser, daſs die Elektricität, vor allem wenn sie schwach ist, wie die von einer einfachen Kette, beim Uebergange aus Platin in eine Flüssigkeit eine gröſsere Schwächung erleidet, als beim Uebergange aus Kupfer in dieselbe Flüssigkeit, und diese Schwächung compensirt und überwiegt selbst die Verstärkung, welche in Folge der, in Bezug auf das Kupfer, geringeren Angreiſbarkeit des Platins stattfinden würde.

Der Grad von Leichtigkeit, mit welcher der elektrische Strom aus einem Metall in eine Flüssigkeit übergeht, hängt nicht bloſs von der Natur beider Substanzen ab, sondern auch von der Gröſse der Metallfläche, die mit der Flüssigkeit in Berührung steht. Man kann demnach der Oberfläche des Platins eine solche Gröſse gegen die des Kupfers geben, daſs der Strom beim Uebergange aus beiden in gleichem Grade geschwächt wird *); ja man kann mit einer Kette von Zink und Platin einen stärkern Strom als mit einer Kette von Zink und Kupfer erhalten, wenn man, bei völliger Gleichheit der beiden Zinkplatten, der Platinplatte eine hinlängliche Gröſse giebt in Bezug auf die Kupferplatte. Diese Erscheinungen erklären übrigens, nach dem Verfasser, mehrere Anomalien, welche Hr. Marianini bei Ketten aus verschiedenen Metallen in der Stärke des Stroms wahrgenommen hat.

II. *Abwechselung der Leiter.* — Jedesmal wenn der Strom aus einem starren in einen flüssigen, oder aus einem flüssigen in einen starren Leiter übergeht, verliert er einen Theil seiner Stärke, und dieser Verlust ist von dem Leitungsvermögen der beiden Substanzen ganz unabhängig. Ich habe dieſs, sagt der Verfasser, in einer früheren Abhandlung bewiesen, indem ich in einen flüssigen Leiter mehrere Metallplatten stellte, so daſs sie der elektrische Strom der Quere nach durchlaufen muſste. Der Galvanometer zeigte alsdann immer eine Abnahme in der Stärke des Stromes an. Da der Bogen, den der Strom in einer Volta'schen Kette durchlaufen muſs, immer ein gemischter ist, so übt die eben angezeigte Ursache immer einen Einfluſs auf die Stärke dieses Stromes aus.

*) Da das Verhältniſs, welches, behufs dieser Gleichheit, zwischen zwei heterogenen Flächen stattfinden muſs, für Elektricitäten von verschiedener Stärke ungleich ist, so hat man dasselbe mittelst eines Stromes zu bestimmen, der von fast gleicher Intensität ist mit dem, welchen man mit den zwei sogleich zu erwähnenden Ketten erhält.

In der genannten Abhandlung habe ich, bemerkt Hr. de La Rive, hinsichtlich dieses Gegenstandes zwei Gesetze aufgestellt. Erstlich, dafs der Verlust, welchen die Elektricität bei mehrmaligem Uebergange aus einem starren in einen flüssigen Leiter erfährt, desto geringer wird, je stärker der Strom ist, und dafs er also niemals denselben aliquoten Theil der ursprünglichen Intensität des Stromes ausmacht. Zweitens, dafs von zwei gleich starken Strömen derjenige, welcher am häufigsten den Leiter gewechselt hat, durch einen neuen Wechsel weniger, als der andere, an Stärke verliert.

Ich war nun begierig, fährt der Verfasser fort, nach dem er in Hrn. Marianini's ähnlicher Arbeit mehrere Mängel nachgewiesen hat, zu bestimmen, welchen Einflufs die Gröfse der mit der Flüssigkeit in Berührung stehenden Flächen hierauf ausüben werde. Man weifs, dafs der Strom um so stärker ist, je gröfser diese Berührungsfläche ist, weifs aber nicht, in welchem Verhältnisse. Um zu sehen, ob die Stärke proportional sey der Gröfse der Fläche, stellte Hr. de La Rive folgenden Versuch an. Er machte sich, wie er's nennt, drei Systeme. Das erste, oder *einfache*, bestand aus zwei Platinplatten von einem Quadratzoll Oberfläche, die in ein mit einer Flüssigkeit gefülltes Gefäfs getaucht wurden; das zweite, oder *doppelte*, aus vier, einen halben Quadratzoll grofsen Plattinplatten, die zu je zwei in zwei Gefäfse gestellt wurden, und das dritte, oder *dreifache*, aus sechs solchen Platten von einem Drittel-Quadratzoll, die zu je zwei in drei verschiedene Gefäfse gestellt wurden. Die Flüssigkeit war in allen Gefäfsen dieselbe, der Abstand zwischen den Platten desselben Gefäfses war ebenfalls gleich, betrug nämlich überall vier Linien, und bei den beiden letzten Systemen waren die Platten, die in verschiedenen Gefäfsen standen, metallisch mit einander verbunden, nämlich so, dafs im letzten Systeme je drei Platten zusammen hingen. Die totale Summe der mit der Flüssigkeit

in Berührung stehenden Oberfläche war also in jedem Systeme gleich, und, wenn man also diese Systeme in den Kreis einer Volta'schen Säule brachte, bestand der einzige Unterschied darin, dafs der Strom, im ersten Falle, aus einer einzigen Platte in die andere überging, im zweiten Fall, sich zwischen zwei Platten theilte, und im dritten Falle, eben so zwischen drei. Im zweiten Falle stand nämlich jeder Pol der Säule mit zwei, und im dritten mit drei metallisch vereinigten Platten in Verbindung. Wäre die Intensität des Stromes direct proportional der Gröfse der mit der Flüssigkeit in Berührung stehenden Fläche, so hätten die drei Systeme gleich stark leiten müssen; allein diefs war nicht der Fall.

Versuche, welche der Verfasser mit verschiedenen Flüssigkeiten, z. B. mit concentrirter und verdünnter Salpetersäure, und mit Strömen von verschiedener Stärke anstellte, zeigten demselben, dafs bald das eine, bald das andere System der bessere Leiter war, und dafs die Ursache hievon in der verschiedenen Stärke des hindurchgeleiteten Stromes lag. Für einen schwachen Strom leitete das einfache System besser als das doppelte und dreifache; bei einem etwas stärkeren Strom wurde das einfache System, obgleich es noch etwas besser als das doppelte leitete, vom dreifachen übertroffen; und bei einem noch stärkeren Strom leitete endlich das einfache System schlechter als die beiden andern. Es gab in der Stärke des Stromes einen Grad, für den alle drei Systeme gleich gut leiteten; über demselben verursachte das doppelte oder dreifache, unter demselben das einfache System den geringsten Verlust an Elektricität.

Die Vergleichung des Leitungsvermögens jener Systeme bewerkstelligte der Verfasser auf zweierlei Art. Entweder brachte er sie, nebst einem gewöhnlichen Galvanometer, nach einander in den Kreis einer Volta'schen Säule, deren Stärke er für die Dauer des Versuchs als constant ansehen konnte, und bestimmte die Stärke des

Stromes aus der Ablenkung der Magnetnadel. Oder er wandte, wie Hr. Becquerel*), einen Galvanometer mit zwei Drähten an, die von dem in zwei gleiche Theile getheilten Strom in entgegengesetzter Richtung durchlaufen werden mufsten; brachte er nun in jeden Partialstrom eins von den zu vergleichenden Systemen, so liefs sich aus dem Mangel oder Daseyn einer Ablenkung der Nadel schliefsen, ob die Wirkung der Systeme gleich oder ungleich und auf welcher Seite am stärksten war**). Bei diesem Verfahren ist man, dem Verfasser nach, unabhängig von den Variationen der Säule***); doch mufs man sich vorher von der wirklichen Gleichheit der beiden Partialleitungen bei Strömen von jeder Intensität überzeugen.

Die Erscheinung, dafs, je nach der Stärke des Stromes, bald das eine, bald das andere System besser leitet, rührt, nach Hrn. de la Rive, davon her, dafs die Zunahme der Intensität des Stromes bei einem schwachen Strome in einem schnelleren, und bei einem starken Strom in einem langsameren Verhältnisse, als die Vermehrung der Oberfläche wächst.

Uebrigens bestätigen die angeführten Thatsachen die schon von Wollaston gemachte Bemerkung, dafs man bei einer Säule die Intensität des Stromes erhöht, wenn man das Kupfer von doppelt so grofser Fläche nimmt als das Zink. Hr. Marianini hat gefunden, dafs die Verstärkung ihre Gränze erst erreicht, wenn die Kupferfläche sieben- bis achtmal gröfser als die Zinkfläche ist.

*) *Annal. de chim. et de phys. T. XXXII. p.* 420. (und dies. Ann. Bd. 84. S. 356.)

**) Wie diefs eigentlich gemeint sey, ersieht man am besten aus der Fig. 4. Taf. II. Bd. 84., wo man sich statt der Schälchen *b*, *d* die beiden Systeme des Hrn. de la Rive gesetzt denken mufs. *P.*

***) Wohl nicht ganz, da nach Hrn. de la Rive die Leitungsfähigkeit seiner Systeme von der Stärke des Stroms bedingt wird. *P.*

Die Schwierigkeit, welche die Elektricität beim Uebergang aus den beiden Metallen in die Flüssigkeit erleidet, ist beim Kupfer weit gröfser als beim Zink, und deshalb wird sie compensirt, wenn man dem Kupfer eine gröfsere Oberfläche giebt. Diefs ist eine Folge aus dem Vorhergehenden. Wenn aber der Strom schon stark ist, so ist die Verstärkung in Folge der Flächenvergröfserung weit weniger merklich. Hievon überzeugte sich der Verfasser durch einen directen Versuch. Zwei einfache, grofsplattige Ketten, deren Kupferflächen gleiche Gröfse hatten, während die Zinkfläche bei der einen halb, und bei der andern ein Viertel so grofs als die Kupferfläche war, gaben nämlich, bei Eintauchung in eine schwachwirkende Flüssigkeit schwache Ströme von fast gleicher Intensität, bei Eintauchung in eine stark wirkende Flüssigkeit aber starke Ströme von ungleicher Intensität, und zwar war der Strom bei der Kette mit gröfserer Zinkfläche der stärkere.

Aufser den genannten allgemeinen Ursachen, welche die Intensität des Stromes beim Uebergange aus einem Leiter in einen andern schwächen, giebt es noch andere, die von der Natur dieser Leiter abhängen. Die Stärke der durchgelassenen Elektricität variirt nach dem Metall und nach der Flüssigkeit, die in Berührung stehen; ja es findet selbst beim Uebergange aus einer Flüssigkeit in eine andere, oder aus einem Metalle in ein anderes ein Schwächung des Stromes statt, unabhängig von dem eigentlichen Leitungsvermögen der Substanzen, dessen Einflufs bei den folgenden Versuchen in Betracht gezogen worden ist.

Um sehr geringe Variationen in der Intensität wahrnehmen zu können, mufs man zu diesen Versuchen einen sehr schwachen Strom anwenden, weil alsdann der Verlust an Intensität verhältnifsmäfsig am gröfsten ist. Der Verfasser hat sich indefs nicht blofs mit der einfachen Kette begnügt, sondern auch Säulen von verschiedener

Stärke, bis zu 120 Plattenpaaren, angewandt. Die Einrichtung der Apparate, welche zwischen die Pole der Säule gebracht wurden, war folgende. Kleine cylindrische Gläser von ungefähr einem Zoll im Durchmesser wurden mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt, und zu je zwei durch einen zweimal rechtwinklig gebogenen Streifen von dem zu prüfenden Metall mit einander verbunden. Die beiden Enden, welche demnach von zwei verschiedenen Streifen und zwar vertical in jedes Glas hinabgingen, waren 4 Linien von einander entfernt, und die eingetauchte Fläche betrug bei jedem, beide Seiten in Betracht gezogen, zwei Quadratzoll. Sämmtliche Bogen dieses, nur durch die Homogenität der Metalle von einem Tragapparate verschiedenen, Vorrichtung waren an einem gefirnifsten Holzstab befestigt, damit sie immer im gleichen Abstande blieben. Um zwei, vier, sechs, acht oder noch mehr parallele Lamellen (denen eine, zwei, drei, vier u. s. w. Abwechslungen entsprechen) in den Kreis der Volta'schen Säule zu bringen, wurde an jeden Bogen, in der Mitte und senkrecht gegen den Holzstab, ein kleiner Kupferstift angelöthet. Die in diesem Apparate angewandten Flüssigkeiten und Metalle waren verschiedener Art. Zur Bestimmung der Wirkung, welche sie auf die Stärke des Stromes ausübten, wurde theils ein einfacher, theils, wie bei den früheren Versuchen, ein doppelter Galvanometer angewandt; und da bei letzterem die Vergleiche gleichzeitig angestellt werden mufsten, so hatte sich der Verfasser, um das Verhalten eines Metalles zu verschiedenen Flüssigkeiten zu prüfen, zwei ganz ähnliche Apparate verfertigt.

Der Verfasser zeigt nun, dafs die von ihm erhaltenen Resultate unabhängig sind vom Einflusse des eigentlichen Leitungsvermögens der Flüssigkeiten. Er hat sich nämlich zunächst überzeugt, dafs der Strom nicht merklich an Intensität verliert, wenn man die Strecke, welche er durch eine Flüssigkeit zurücklegen mufs, vergröfsert, vorausge-

setzt nur, dafs der Querschnitt der Flüssigkeit zum wenigsten einen Quadratzoll beträgt, und die Länge des Weges in derselben nicht gröfser als ein Fufs ist. Daraus schliefst er, dafs im vorliegenden Falle die Schwächung des Stromes, vermöge des Leitungsvermögens der Flüssigkeiten, als Null betrachtet werden könne. Einen directeren Beweis hierüber entnimmt er von dem folgenden Versuch. Bringt man, in völlig ähnlichen Röhren, vollkommen reine Schwefelsäure und Salpetersäure nach einander, mittelst Platindrähte von gleicher Länge und Dicke, in den Kreis der Volta'schen Säule; so findet man, dafs die Schwefelsäure schlechter leitet, als die Salpetersäure, und dafs sich die Schwächung, welche der Strom in derselben erleidet, durch eine Verkürzung seines Weges weder compensiren, noch sonst merklich verändern läfst. Wenn man aber die Platindrähte, vor der Eintauchung in die Schwefelsäure, mit Salpetersäure benetzt, so ist das Leitungsvermögen beider Säuren fast gleich, wenigstens so lange, als eine Schicht von Salpetersäure die Platindrähte umgiebt. Diefs beweist, sagt der Verfasser, dafs die grofse Verschiedenheit, welche im ersten Falle statt hat, fast ganz davon herrührt, dafs die Elektricität beim Uebergange aus dem Platin in die Schwefelsäure eine gröfsere Schwierigkeit findet, als beim Uebergange aus demselben Metalle in die Salpetersäure. Er verspricht übrigens auf diesen wichtigen Punkt, hinsichtlich defs er von der gewöhnlichen Ansicht durchaus abweicht, indem er das, was man bisher dem unvollkommenen Leitungsvermögen der Flüssigkeiten zuschrieb, gröfstentheils alleinig dem Wechsel der Leiter anrechnet, bei Gelegenheit einer Untersuchung über das eigenthümliche Leitungsvermögen der Flüssigkeiten wieder zurückzukommen.

Um sich gegen die etwanigen geringen Unterschiede im Leitungsvermögen der Flüssigkeiten ganz zu sichern, braucht man nur, bei gleicher Länge des vom Strome in der Flüssigkeit zu durchlaufenden Weges, die Zahl

der Abwechslungen zu vermehren. Die folgende Tafel enthält die mit 0, 1, 2, 3 Abwechslungen erhaltenen Resultante. Der Verfasser nennt 0 Abwechslung den Fall, wo einfach zwei Platinstreifen in ein Glas getaucht sind; 1 Abwechslung den Fall, wo sie in zwei verschiedene Gläser stehen, die durch einen Platinbogen verbunden sind, und so fort. Die Grade beziehen sich auf die Ablenkung der Magnetnadel im Galvanometer. Diejenigen Resultate sind vergleichbar, bei welchen die Ablenkungen der Magnetnadel, ohne Anwendung einer Abwechslung, ganz oder fast gleich grofs waren.

Versuche mit einer Säule von 40 Plattenpaaren.

Zahl der Abwechslungen.	0	1	2	3
Concentrirte Salpetersäure	65°	61°	59°	57°
Concentrirte Schwefelsäure	64	56	48	40
Verdünnte Schwefelsäure	62	59	52	44
Ammoniak	64	53	46	36
Essigsäure	61	47	38	29
Concentrirte Salpetersäure	74°	72°	70°	68°
Verdünnte Schwefelsäure	74	70	67	62
Concentrirte Salpetersäure	77°	76°	74°	72°
Concentrirte Schwefelsäure	78	76	74	69

Versuche mit einer Säule von 20 Plattenpaaren.

Zahl der Abwechslungen.	0	1	2	3
Concentrirte Salpetersäure	67°	61°	52°	41°
Concentrirte Schwefelsäure	72	63	44	12
Ammoniak	64	45	34	23
Concentrirte Schwefelsäure	52°	31°	7°	kaum merkl
Verdünnte Schwefelsäure	52	36	13	3°
Concentrirte Salpetersäure	78°	74°	69°	61°
Verdünnte Salpetersäure	78	73	67	53
Chlorwasserstoffsäure . .	77	73	68	57

Diese Tafeln bestätigen, daſs der Intensitätsverlust der Elektricität bei einer Säule von 20 Plattenpaaren gröſser ist, als bei einer Säule von 40 Paaren. Die letztere Tafel zeigt auch weit gröſsere Unterschiede, besonders bei der concentrirten und verdünnten Schwefelsäure, und über dieſs noch die Merkwürdigkeit, daſs das Ammoniak, welches, bei gleicher Zahl von Abwechslungen, in der ersten Tafel eine gröſsere Schwächung des Stromes als die Schwefelsäure hervorgebracht hat, sich hier umgekehrt verhält.

Aehnliche Anomalien hat der Verfasser mehrere beobachtet. So z. B. hatte derselbe gefunden, daſs, für einen gewissen Strom das Leitungsvermögen des Ammoniaks, ohne Abwechslungen, genau so groſs war, wie das der Schwefelsäure bei einer Abwechslung. Er erwartete daher das nämliche Resultat, als er in einem Systeme von drei Abwechslungen mit Schwefelsäure, zwei der mit Säure gefüllten Gefäſse durch eins mit Ammoniak ersetzte, so daſs das System nur zwei Abwechslungen oder drei durch Platinbögen vereinte Gefäſse, nämlich zwei mit Säure und eins mit Ammoniak, enthielt. Dem war aber nicht so. Das Leitungsvermögen des gemischten Systems war gröſser, als das bloſs aus Schwefelsäure zusammengesetzte; die Ablenkung der Nadel stieg von 38° auf 48°. Dasselbe Resultat ergab sich, als statt des Ammoniaks irgend eine andere Flüssigkeit von gleichem Leitungsvermögen, z. B. eine verdünnte Säure, und statt der Schwefelsäure ein anderer, eben so guter oder besserer, Leiter genommen wurde. Hr. de La Rive schlieſst hieraus, daſs ein Strom von bestimmter Intensität bei seinem Durchgang durch eine gewisse Zahl von Abwechslungen weniger geschwächt wird, wenn er auf die Intensität reducirt ist, welche er beim Durchgange durch einen flüssigen unvollkommnen Leiter ohne Abwechslung besitzt, als wenn er dieselbe Intensität vermöge des Durchganges durch einen guten Leiter mit einer oder mehreren Abwechslungen erhalten hat.

Eine andere sonderbare Thatsache, welche sich dem

Verfasser darbot, war folgende. Eine mit gleichen Theilen Wasser vermischte Salpetersäure zwischen zwei Platinstreifen und in den Kreis der Säule gebracht, gab anfangs einen schwächeren Strom als concentrirte Salpetersäure; allein bald stieg die Ablenkung plötzlich um 5°. Als der negative Draht auf einige Augenblicke an die Luft gebracht und darauf wieder eingetaucht wurde, war der Strom anfänglich nicht mehr so stark, und die Ablenkung erreichte erst eine Weile hernach ihr Maximum. Als eben so mit dem positiven Draht verfahren wurde, kam der Strom augenblicklich auf sein Maximum. Der Verfasser vermuthet, diese Erscheinung rühre daher, dafs sich um den negativen Draht etwas salpetrichte Säure angesammelt habe; denn als er den Versuch mit der Abänderung wiederholte, dafs er den negativen Draht zuvor in salpetrichte Säure tauchte, erreichte die Nadel augenblicklich das Maximum ihrer Abweichung. Als mehrere Abwechslungen von Platin in jene mit Wasser verdünnte Salpetersäure getaucht wurden, erreichte die Nadel wiederum nicht sogleich das Maximum ihrer Ablenkung, sondern erst durch Sprünge von ungefähr 5°, die deutlich von einander geschieden, und an Zahl der Zahl der Abwechslungen gleich waren.

Zur näheren Prüfung dieser Anomalien bediente sich der Verfasser eines Galvanometers mit doppeltem Draht und zweier einander ähnlicher Systeme von Platin-Abwechslungen, die in verschiedene Flüssigkeiten getaucht waren. Diese beiden Systeme wurden gleichzeitig in den Kreis der Säule gebracht, und so, dafs sich der Strom zwischen ihnen nach Verhältnifs ihres Leitungsvermögens theilen mufste. Die Art der Ablenkung der Nadel zeigte dann, welches System dem Strome den leichtesten Durchgang verstattete. Es wurde nun versucht, ob sich das bessere Leitungsvermögen des einen Systems durch eine Verkleinerung der mit der Flüssigkeit im Contacte stehenden Flächen, oder durch eine Vermehrung der von

dem Strome zu durchlaufenden Abwechslungen compensiren lasse. Die erste Art der Compensation gelang selten, da die angewandten Ströme zu stark waren. So leitete, bei jeder aber gleichen Zahl von Abwechslungen, das System mit Salpetersäure immer besser, als das mit Schwefelsäure, selbst wenn seine Flächen nur ein Zehntel so grofs, als die des letztern waren. Die andere Compensationsart gab entscheidendere Resultate. Es fand sich z. B. dafs, bei gleicher Gröfse der eingetauchten Platinflächen, *zwei* Abwechslungen mit Schwefelsäure schlechter leiteten, als *vier* mit concentrirter Salpetersäure, obgleich *eine* Abwechslung mit der ersten Säure besser leitete, als *zwei* mit der letzteren *). Im letztern Falle, wo die Systeme einzeln eine Ablenkung von 65° hervorbrachten, fand nämlich, wenn sie beide in der Kette waren, eine Ablenkung anfangs von 30°, und darauf von 20° zu Gunsten der Schwefelsäure statt; im erstern Falle dagegen, wo die Systeme für sich die Nadel um 20 bis 30° ablenkten, zeigte die Nadel 15° Abweichung zu Gunsten der Salpetersäure. Diese Anomalie erklärt sich, nach dem Verfasser, dadurch, dafs der Strom in beiden Fällen, wegen der ungleichen Zahl von Ablenkungen, die er zu durchlaufen hatte, von ungleicher Stärke war, und dafs, wie sich aus den vorhergehenden Versuchen ergiebt, eine Verschiedenheit in der Stärke der Elektricität alle Beziehungen zwischen dem Leitungsvermögen zweier solcher Systeme gänzlich umwirft.

Eben solches Verhalten zeigten übrigens Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure. Bei einer Abwechslung war die Chlorwasserstoffsäure um 48° Ablenkung im Vorsprung, bei fünf Abwechslungen erfolgte dagegen zu Gunsten der Salpetersäure eine Ablenkung von 15°. Für sich gaben die Systeme im ersten Falle eine Ablenkung von 75°, und im letztern eine von 30°. Hieraus folgt, dafs bei gleicher Zahl von Abwechslungen die Chlorwas

*) Bei *einer* Abwechslung mit jeder Säure ging der Strom indefs gänzlich durch die Salpetersäure.

serstoffsäure besser leitet als die Salpetersäure, wenn der Strom stark ist, und schlechter, wenn er schwach ist; ein Schlufs, den der Verfasser auch durch folgeweise Anwendung eines sehr starken und sehr schwachen Stromes direct bestätigt gefunden hat.

In einer früheren Abhandlung hatte Hr. de La Rive angegeben, dafs ein Zinkstreifen den elektrischen Strom leichter in die Flüssigkeit übergehen lasse, als ein Kupferstreifen, und dieser wiederum besser, als ein Platinstreifen, und dabei bemerkt, dafs diese Eigenschaft von der Stärke der auf das Metall ausgeübten chemischen Action abzuhängen scheine *). Diese Thatsache hat er durch wiederholte Versuche bestätigt gefunden. Als er nämlich die beiden Platten einer Volta'schen Kette, die an den Enden des Galvanometerdrahts befestigt waren, in zwei mit der nämlichen Flüssigkeit gefüllte Gefäfse tauchte, und diese Gefäfse nun mit Metallbögen von gleicher Gröfse und Oberfläche aber verschiedener Natur mit einander verband, fand er, dafs die Ablenkungen immer gröfser wurden, wenn die Bögen successiv waren von: Platin, Silber, Kupfer, Zinn, Eisen und Zink. In gleicher Ordnung scheinen dem Verfasser diese Metalle hinsichtlich der Stärke der auf sie ausgeübten chemischen Action auf einander zu folgen. Nicht blofs die Ablenkung der Magnetnadel, sondern auch die Menge des am negativen Metalle der Kette entwickelten Wasserstoffgases, veränderte sich mit der Natur des Metallbogens, welcher die Gläser vereinigte. Beim Platin war diese Gasmenge völlig, und beim Golde fast Null; dagegen wurde sie in dem Maafse beträchtlicher als der Metallbogen angreifbarer war.

Dafs das Leitungsvermögen des Metallbogens keinen Einflufs auf diese Erscheinungen hat, ergiebt sich aus folgendem Versuch. Wenn man zur Vereinigung der Gläser nach einander einen zwei Linien dicken Platindraht und einen dünneren Bleidraht von einer Viertel-Linie im Durchmesser anwendet, so ist die Ablenkung der Magnet-

*) *Ann. de chim. et de physiq. XXVIII. p.* 213.

nadel im ersten Fall kaum merklich, im letzteren Falle dagegen sehr stark ist; obgleich, nach Hrn. Becquerel's *) Versuchen, selbst bei gleichem Durchmesser, ein Platindraht weit besser als ein Bleidraht leitet. Allein das Blei wird von der Flüssigkeit angegriffen und das Platin nicht. Eben so giebt Eisen einen stärkeren Strom als Kupfer, wenn die Gefäſse, welche es vereinigt, eine Säure oder Salzlösung enthalten; sind sie dagegen mit Ammoniak gefüllt, ist der Strom beim Kupfer stärker als beim Eisen. Auch hier läſst also das stärker angegriffene Metall die gröſste Elektricitätsmenge hindurch.

Will man die Stärke der chemischen Action, welche zu beurtheilen noch schwankend und hypothetisch bleibt, auſser Acht lassen, und sich nur an die Thatsachen halten; so kann man die obigen Erscheinungen folgendermaſsen zusammenfassen. *Von zwei, in eine Flüssigkeit getauchten und zur Kette verbundenen, homogenen oder heterogenen Metallflächen läſst diejenige den elektrischen Strom am wenigsten geschwächt hindurch, welche in dieser Flüssigkeit positiv gegen die andere ist.*

Aus der Gesammtheit der in dem letzten Theile dieser Abhandlung enthaltenen Thatsachen zieht Hr. de La Rive folgende Schlüsse:

1) Die Schwächung der Elektricität beim Uebergange aus Platin in eine Flüssigkeit hängt von der Natur dieser Flüssigkeit ab.

2) Sie wird auch durch die Stärke des elektrischen Stromes bedingt, und zwar so, daſs diejenige Flüssigkeit, welche einen gewissen Strom besser als eine andere leitet, einen stärkeren oder schwächeren schlechter leitet.

3) Der Uebergang der Elektricität aus einem Metalle in eine Flüssigkeit geschieht um so leichter, je stärker das Metall von der Flüssigkeit angegriffen wird.

4) Unabhängig von der chemischen Action findet eine constante Relation statt zwischen der verhältniſsmäſsigen Leichtigkeit, mit welcher zwei starre Körper den elektrischen Strom in eine Flüssigkeit übertragen, und der Natur der Elektricität, die jeder von ihnen annimmt, wenn sie in derselben Flüssigkeit zur Kette mit einander verbunden sind.

*) *Ann. de chim. et de phys.* XXXII. 428. (d. Ann. Bd. 84. S. 358.)

VIV.

XIV. *Ueber das Atomengewicht des Titans;* *von Heinrich Rose.*

Als ich vor längerer Zeit das Atomengewicht des Titans aus der Zusammensetzung des Schwefeltitans ableitete, kannte ich kein Mittel, um zu erfahren, ob das angewandte Schwefeltitan ganz frei von eingemengter Titansäure sey. Der vollkommene Metallglanz desselben bestimmte mich zwar, aus der gefundenen Zusammensetzung das Atomengewicht des Titans zu berechnen, doch machte ich gleich darauf aufmerksam, daſs das Schwefeltitan eingemengte Titansäure enthalten könne, und daſs es um so weniger davon enthalten müsse, je gröſser der Gewichtsverlust sey, den es durch Glühen an der Luft erleide. Deshalb nahm ich auch aus mehreren bei der Untersuchung über die Zusammensetzung des Schwefeltitans gefundenen Resultaten kein Mittel, sondern sah das als das richtigste an, dem der gröſste daraus berechnete Sauerstoffgehalt in der Titansäure entsprach *).

Später überzeugte ich mich indessen ganz bestimmt, daſs Schwefeltitan mit vollkommen metallischem Glanze eine bedeutende Menge von Titansäure eingemengt enthalten könne. Ich lieſs nämlich über ein solches Schwefeltitan trocknes Chlorgas streichen. Es wurde dadurch eine leicht flüchtige Verbindung von Chlorschwefel und Chlortitan mit gelber Farbe gebildet, die bei gelinder Hitze flüssig war, in der Kälte aber zu einer festen Masse erstarrte, während Titansäure zurückblieb. Da bei diesem Versuche der Zutritt der atmosphärischen Luft abgehalten wurde, so konnte diese nicht erst gebildet worden, sondern muſste schon im angewandten Schwefeltitan vorhanden gewesen seyn. — Ich leitete darauf die

*) Gilbert's Annalen, Bd. 73. p. 155.

erhaltene Chlorverbindung vorsichtig in Wasser, während das Gefäfs, worin sich diefs befand, mit Chlorgas angefüllt war. Sie löste sich darin auf, während sich Schwefel abschied. Durch Wägung des zum Versuche angewandten Schwefeltitans und der Titansäure, die als Rückstand blieb, so wie des erhaltenen Schwefels und der gebildeten Schwefelsäure, die durch eine Auflösung von Chlorbaryum gefällt wurde, bestimmte ich die Menge des Schwefels im Schwefeltitan. Berechnete ich daraus den Sauerstoff in der Titansäure, so erhielt ich mehrere Procente davon mehr, als ich früher angegeben hatte.

Bei mehrmaliger Wiederholung dieses Versuchs erhielt ich indessen nicht so übereinstimmende Resultate, dafs ich daraus mit grofser Sicherheit das Atomengewicht des Titans ableiten konnte. Ich wählte darauf dazu das Chlortitan, dessen mehrmals wiederholte Analyse so über einstimmende Resultate gab, dafs sie zur Berechnung des Atomengewichts des Titans zum Grunde gelegt werden konnten.

Das angewandte Chlortitan war durch Behandlung eines Gemenges von Titansäure und Kohle mit Chlorgas erhalten, und durch sorgfältige Rectificationen vollständig vom beigemengten oder aufgelösten Chlor gereinigt worden. Diese Rectificationen geschahen theils über Quecksilber, theils auch über Kalium, von welchem das Chlortitan bei der Temperatur, bei welcher es davon abdestillirt, nicht zersetzt wird. Ich wandte zur Analyse nur solches Chlortitan an, das vier Mal oder fünf Mal umdestillirt worden war. Dann war es wasserhell, und bei der Zersetzung durch Wasser konnte kein freies Chlor bemerkt werden.

Eine gewogene Menge davon wurde mit Wasser zersetzt, und in der Auflösung der Gehalt an Chlorwasserstoffsäure und Titansäure bestimmt. Wegen der sehr grofsen Flüchtigkeit des Chlortitans geschah das Abwägen desselben auf folgende Weise: Ich blies aus ziemlich

dünnem Glase eine kleine Glaskugel mit einem langen Halse, der in einer langen, sehr feinen Spitze endigte; sie wurde darauf gewogen und auf die Art mit Chlortitan gefüllt, dafs ich sie erwärmte und darauf mit der Spitze in dasselbe tauchte. Es konnte nun sehr gut gewogen werden, weil die Spitze der Glaskugel so fein war, dafs nichts dadurch verdampfen konnte. Die Glaskugel wurde darauf in eine Flasche mit Wasser gelegt, welche mit einem Glasstöpsel luftdicht verschlossen und dann so geschüttelt wurde, dafs die Glaskugel zerbrach, und sich das Chlortitan mit dem Wasser vermischen konnte. Die Einwirkung war sehr heftig, und weil dabei viel Wärme entstand, so war die Auflösung schwach milchicht. Diefs ist nicht der Fall, wenn Chlortitan in einem Apparat einer feuchten Atmosphäre ausgesetzt wird, aus welcher es Wasser nach und nach anzieht; es bildet sich dann eine klare Auflösung, weil dabei keine Erwärmung stattfindet. — Nach längerer Zeit wurde die milchichte Auflösung mit noch mehr Wasser verdünnt, und die Titansäure durch Ammoniak gefällt, wobei ein grofser Ueberschufs desselben sorgfältig vermieden wurde. Vor dem Filtriren der Titansäure wurde das Ganze an einen gelinde erwärmten Ort gestellt, bis das freie Ammoniak verjagt war. Die von der Titansäure abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit etwas Salpetersäure und darauf mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyde versetzt, worauf das erhaltene Chlorsilber bestimmt wurde.

Dieser Gang der Untersuchung ist dem, erst die Chlorwasserstoffsäure durch Silberoxyd, und später die Titansäure zu fällen, vorzuziehen, selbst auch dann, wenn die Auflösung desChlortitans klar und nicht milchicht wäre, denn es kann sich sehr leicht im letzteren Falle mit dem Chlorsilber auch titansaures Silberoxyd niederschlagen.

Die Resultate von fünf Versuchen sind folgende:

Anzahl d. Versuche.	Angewandte Mengen von Chlortitan.	Erhaltene Titansäure.	Erhaltenes Chlorsilber.
I.	0,885 Grm.	0,379 Grm.	2,661 Grm.
II.	2,6365	1,120	7,954
III.	1,7157	0,732	5,172
IV.	3,0455	1,322	9,198
V.	2,4403	1,056	7,372

Berechnet man hieraus den Chlorgehalt des Chlortitans, so erhält man folgende procentische Gehalte desselben:

74,18; 74,43; 74,37; 74,51; 74,53.

Berücksichtigt man das Resultat des ersten Versuches nicht, weil dabei eine zu geringe Menge von Chlortitan angewandt wurde, und nimmt man nur aus den letzten vier Versuchen das Mittel, so erhält man folgende Zusammensetzung des Chlortitans:

Chlor	74,46
Titan	25,54
	100,00.

Da aber 74,46 Chlor 16,82 Sauerstoff entsprechen, so enthält danach die Titansäure 39,71 Procent Sauerstoff.

Man erhält andere, weniger übereinstimmende Resultate, wenn man den Sauerstoffgehalt der Titansäure auf die Weise berechnet, dafs man zu dem Chlorgehalt die Menge von Titansäure addirt, die bei den Versuchen 100 Theile Chlortitan gegeben hatten. Bei den angeführten fünf Versuchen wurden folgende Mengen von Titansäure auf 100 Theile Chlortitan erhalten:

42,82; 42,48; 42,66; 43,41; 43,27.

Nimmt man aus den 3 ersten Zahlen, die mit einander übereinstimmen, das Mittel, so erhält man 40,12 Proc. Sauerstoff in der Titansäure, welcher Gehalt sich um 1,23 Proc. vermehren würde, wenn man aus allen fünf Versuchen das Mittel nehmen wollte. Da aber nach dem Glühen die Titansäure nicht mit sehr grofser Ge-

nauigkeit gewogen werden kann, und sie nach einiger Zeit Feuchtigkeit anzieht, wodurch das Gewicht derselben vermehrt wird, so ist es unstreitig besser, die obigen Zahlen, die aus der Vergleichung der Atomgewichte des Chlors und Sauerstoffs erhalten wurden, der Berechnung des Atomengewichts des Titans zu Grunde zu legen.

Dumas hat vor einiger Zeit das specifische Gewicht des Dampfes vom Chlortitan zu bestimmen gesucht *). Er fand dasselbe 6,836, die atmosphärische Luft als Einheit genommen. Berechnet man daraus die Zusammensetzung des Chlortitans und der Titansäure, so erhält man folgende Resultate:

Chlortitan.	Chlor	71,461
	Titan	23,539.
Titansäure.	Sauerstoff	36,130
	Titan	63,870.

Das Atomengewicht des Titans würde nach diesen Angaben 353,554 seyn, während es nach meinen oben angeführten Versuchen 303,686 ist. Ich kann nicht bestimmen, woher der Mangel an Uebereinstimmung zwischen den Versuchen des Hrn. Dumas und den meinigen herrührt; ich werde indessen das Atomengewicht des Titans noch aus der Zusammensetzung mehrerer anderer Verbindungen desselben, die ich aufgefunden habe, und mit deren Analyse ich mich beschäftigen werde, zu bestimmen suchen.

*) *Annales de chim. T. XXXIII. p.* 388.

XV. *Ueber Verbindungen von Salzen und Alkohol in festen Verhältnissen, ähnlich den Hydraten; von Hrn.* Thomas Graham.

(Auszug aus den *Philosoph. Mag. and Annals, T. IV. p.* 265. 331.)

Der Verfasser sucht in diesem Aufsatze zu beweisen, dafs der Alkohol mit den in ihm löslichen Salzen ähnliche Verbindungen von bestimmter Zusammensetzung giebt, wie das Wasser mit den Alkalien, und er nennt diese Verbindungen daher *Alcoate*, obgleich, wenn sie wirklich existiren, der Alkohol in ihnen eher die Stelle des Krystallisations-, als des Hydratwassers vertreten würde. Die Versuche wurden mit folgenden Substanzen angestellt:

1) Mit *Chlorcalcium*. Man erhält diese Verbindung nach dem Verfasser am besten, wenn man 1 Th. Chlorcalcium, der bei 600 bis 700° F. getrocknet worden ist, in 5 Th. absoluten (nämlich, bei 60° F. ein specif. Gew. von 0,796 besitzenden) Alkohols auflöst, die Lösung filtrirt und einkocht, bis sie beim Sieden ganz oder nahe gesättigt ist. Beim Erkalten erhält man dann kleine, oft schöne, zart gestreifte, meist dreiseitige, auf verschiedene Weise zusammengruppirte Tafeln, welche an der Luft zerfliefsen, schon in der Hand flüssig werden, und bei 250° F. ihren Alkoholgehalt gänzlich verlieren. 20 Gran dieses Alcoats gaben dem Verfasser 8,2 Gran Chlorcalcium, und daraus schliefst derselbe, es sey eine Verbindung von 2 At. Chlorcalcium mit 7 At. Alkohol. Eine gleiche Zusammensetzung hat nach ihm die gesättigte Lösung von Chlorcalcium in siedendem Alkohol von der angegebenen Stärke, welche Lösung bei 195° F. kocht. Ein Wassergehalt des Alkohols stört die Krystallisation der Verbindung, und mit einem Alkohol von 0,827 spec.

Gewicht findet sie gar nicht mehr statt. Bei einem Wassergehalte läfst sich der Alkohol auch weit schwerer vom Chlorcalcium trennen, wenigstens fand Hr. G., dafs Chlorcalcium, der zur Rectification des Alkohols gedient hatte, nach einer mehrstündigen Erhitzung von 400 bis 500° F. noch Spuren von Alkohol gab, während die wasserfreie Verbindung, wie angegeben, schon bei 250° F. vollständig zersetzt wird.

2) Mit *Salpetersaurem Kalk*, der erst im Sandbade und dann über der Weingeistlampe getrocknet worden, wurde siedender Alkohol gesättigt, die Lösung setzte am ersten Tage nichts ab, gab aber nach einer kalten Nacht eine derbe, ein wenig feuchte Masse, ohne Anzeigen von Krystallisation. Nach dem Trocknen fanden sich in 15,6 Gran der Verbindung 9,2 Gran salpetersauren Kalks und 6,4 Gran Alkohol, wonach Hr. G. dieselbe als aus 2 Atomen des ersten und 5 Atomen des letzteren bestehend ansieht.

3) *Salpetersaure Talkerde.* Eine heifse Lösung dieses zuvor bis zur anfangenden Zersetzung erhitzten und dadurch getrockneten Salzes in Alkohol von 0,796 setzt beim Erkalten eine krystallinische Masse ab, die, zwischen Fliefspapier getrocknet, in 13,4 Gran, nach Hrn. Graham's Versuchen, 9,84 Gran Alkohol enthält, und deshalb von demselben als zusammengesetzt aus 1 Atom salpetersaurer Magnesia und 9 Atomen Alkohol angesehen wird.

4) *Manganchlorür* giebt, bei gleicher Behandlung, eine in Tafeln mit abgestumpften Kanten krystallisirende Verbindung, die in 14,6 Gran, nach dem Verfasser, 7 Gran, Chlorür enthält, oder aus 1 At. Chlorür und 3 At. Alkohol besteht.

5) *Zinnchlorid* löst sich in grofser Menge in erhitztem Alkohol auf, und die Lösung, hinreichend eingedampft, setzt kleine, unregelmäfsig gebildete, weiche Krystalle ab, die nach Hrn. G. aus 2 Atomen Zinkchlorid und 1 At.

Alkohol bestehen, da 9 Gran der Verbindung ihm 1,35 Gran Alkohol gaben.

Mit fixen Alkalien, da er sie nur als Hydrate vorräthig hatte, konnte Hr. G. keine Alcoate *) darstellen.

Nach Hrn. Graham ist übrigens die von Richter angegebene Bereitungsart des absoluten Alkohols, nämlich die Rectification über Chlorcalcium, langwierig und mit beträchtlichem Verlust an Alkohol verknüpft; auch meint derselbe, könne man den Alkohol auf diese Weise zu keinem geringeren specifischen Gewichte, als bis zu 0,796, bei 60° F., bringen. Er hat daher ein neues Verfahren angewandt, welches, wenn es auch keine grofse Anwendung finden wird, doch in wissenschaftlicher Hinsicht nicht ohne Interesse ist. Er bringt nämlich den zu concentrirenden Alkohol, über eine hinlängliche Menge gröblich zerstofsenen Aetzkalks gestellt, unter die Glocke einer Luftpumpe, und evacuirt hierauf dieselbe. Von der aus Alkohol- und Wasserdämpfen bestehenden Atmosphäre, mit welcher sich nun die Glocke füllt, zieht der Aetzkalk, wegen seiner geringen Verwandtschaft zum Alkohol, nur den Wasserdampf an, und da dieser sich dann fortwährend erneuert, so bleibt der Alkohol, dessen Verdunstung gehemmt ist, endlich mehr oder weniger wasserfrei zurück. Es scheint aber doch auf diesem Wege der

*) Hr. G. findet einige Aehnlichkeit zwischen seinen Alcoaten und der Verbindung, die möglicherweise bei der Absorption von Salpetergas durch Eisenoxydulsalze entsteht. Er hat in dieser Beziehung einige Versuche angestellt, und zum Resultat erhalten, dafs eine alkoholische Lösung von Eisenchlorür, unter Annahme einer fast schwarzen Farbe, Salpetergas absorbirt, in weit gröfserer Menge als eine wäfsrige Lösung, und dafs es dasselbe, bei Erhitzung bis zum Sieden, unverändert wieder fahren läfst. Eine Lösung von 1 Th. Chlorür in 5 Th. Alkohol hatte das 23fache Volumen des Alkohols an Salpetergas verschluckt, wie sich beim Erhitzen derselben fand. Auch trocknes Eisenchlorür verschluckt in gewöhnlicher Temperatur 2 bis 3,7 Proc. Salpetergas, und wird dabei dunkler; erhitzt giebt es aber, unter Annahme seiner gewöhnlichen Farbe, das Gas wieder von sich.

Alkohol nicht ganz entwässert werden zu können, denn Hr. G. konnte ihn nicht weiter als bis zu einem specif. Gewichte von 0,796 bringen, und um 4 Unzen Alkohols von 0,827 so weit von Wasser zu befreien, waren einmal *fünf*, und ein andermal, bei einer niederen Temperatur, *sieben* Tage erforderlich. Statt die Luft durch die Luftpumpe zu entfernen, kann man sie, jedoch weniger vortheilhaft, nach Hrn. G., auch durch den Alkoholdampf austreiben. Man schüttet dazu den Aetzkalk auf den Boden einer weithalsigen Flasche, stellt das Gefäfs mit dem wasserhaltigen Alkohol hinein, erhitzt das Ganze durch Eintauchung der Flasche in heifses Wasser bis zu 150° F. und verschliefst sie darauf. Bei diesem Verfahren findet jedoch beim Erkalten des Gefäfses eine Verdichtung von Alkoholdampf an den Wänden statt, und dasselbe ist auch bei der ersten Operation der Fall, wenn sich während derselben die Temperatur erniedrigt.

Schwefelsäure und Chlorcalcium sind zu diesem Verfahren nicht anwendbar, weil sie den Alkoholdampf fast eben so gut wie den Wasserdampf absorbiren *). Als Hr. G. ein kleines Gefäfs voll absoluten Alkohols in einem verschlossenen Gefäfse 2 Zoll hoch über Chlorcalcium aufhing, war dieses nach 24 Stunden ganz zerflossen.

XVI. *Ueber die Wirkung einiger Stoffe auf die Pflanzen; von Erhard Friedrich Leuchs.*

Die im zehnten Stücke der Annalen von 1828 enthaltenen interessanten Bemerkungen von Göppert, Turner, Christison und Marcet über die Wirkung des

*) Aus diesem Grunde ist es auch erklärlich, weshalb Hr. Pajot-Descharme den Alkohol, welchen er, über Chlorcalcium, in ein luftvolles Gefäfs eingeschlossen hatte, nicht ganz entwässern konnte. (*Ann. de chim. et de phys. T. XXIX. p.* 328.)

P.

Camphers, der organischen Gifte, der Metalle und Säuren auf die Pflanzen veranlassen mich, hier kurz die Resultate vieler von mir angestellten Versuche anzugeben, die ich bereits 1825 *) beschrieben, und seitdem mehrfach wiederholt habe.

Wenn auf Pflanzen ein Uebermaafs von Campher, Weingeist, Salpeter etc. wirkt, so werden gewöhnlich die untersten Blätter, vom äufseren Rande angefangen, runzlich, während die oberen erst später oder gar nicht merklich leiden, auch die Pflanze fortfährt zu wachsen und Blüthen und Saamen tragen kann. Dieses Verwelken kommt wohl gröfstentheils von Wasser-Entziehung her, wenigstens bei den Salzen.

Weingeist macht kleine, bleiche Pflanzen, sowohl wenn man damit begiefst, als auch seinem Dampfe aussetzt. Eben so wirken Campher und flüchtige Oele. Diese nachtheiligen Wirkungen des Camphers finden aber nur dann statt, wenn man zu viel anwendet. In gehöriger Menge befördert er das Wachsthum ausnehmend, und macht gröfsere, schwerere und gewöhnlich auch weniger wäfsrige Pflanzen, daher ich ihn auch in obigem Werke empfohlen habe, und glaube, dafs er beim Gartenbau vortheilhaft benutzt werden könnte. Ich habe ihn bei Hafer, Gerste, Weizen, Roggen, Heidekorn, Erbsen, Wicken, Bohnen, die sowohl im Sonnenlichte, als bei Ausschlufs des Lichtes, in Gartenerde, in Sand, in Holzspähnen, in gewöhnlichem Wasser wuchsen, so wie bei mehreren Wasserpflanzen, als *Verronica Anagallis et Beccabunga*, *Lysimachia Nummularia*, ja sogar bei *Lemna minor* und der *Conferva*, so wie auf einem Grasplatze im Freien, mit dem besten Erfolg angewandt.

Soll der Campher jedoch günstig wirken, so mufs

*) In dem Werke: Vollständige Düngerlehre, oder wissenschaftliche und praktische Anleitung zur Anwendung und zur Bereitung aller bekannten Düngemittel etc., von E. F. Leuch. 8. Nürnberg 1825, Comptoir der Handlungszeitung.

man eine schwache Auflösung desselben in Wasser bereiten, indem man Campherstücke eine Woche lang mit Wasser in Berührung läfst, das davon Geruch und Geschmack annimmt, und in den meisten Fällen unverdünnt zum Begiefsen ohne Nachtheil dienen kann. Ein stärkerer entsteht durch einige Tropfen in Weingeist aufgelöstem Campher, die man in einer Bouteille mit Wasser schüttelt, das die Anfangs entstehenden Flocken gröfstentheils wieder auflösen wird. Diefs ist aber unverdünnt zum täglichen Gebrauch zu stark.

Eben so nützlich, als Campherwasser, wirken auch auf gleiche Weise bereitete Auflösungen von Terpentin-, Thimian-, Anis-, Fenchel-, Lavendel-, Pfeffermünzöl und von brenzlichem thierischen Oel, und sie haben zugleich den grofsen Nutzen, dafs sie die Insekten vertreiben. Kommen die Oele in ihrem natürlichen Zustand auf einen Theil einer Pflanze, so stirbt er bald ab. Diefs erfolgte auch, als ich Thonerdepulver, das mit Lavendelöl und mit Terpentinöl getränkt worden war, auf einem Grasplatz ausstreute; die Pflanzen erholten sich aber bald und das Wachsthum war ausgezeichnet gut. Diese Erfahrungen werden von andern bestätigt; so fand Dr. Hänle das brenzliche thierische Oel sehr nützlich, auch ist das Wachsthum an Steinölquellen sehr gut, und Anisstroh ein gutes Düngemittel. Den Weingeist habe ich in meiner Düngerlehre als nachtheilig oder von noch unbestimmter Wirkung aufgeführt. Ein späterer Versuch *) zeigte jedoch, dafs er in mäfsiger Menge den Pflanzen nützlich ist. Uebrigens schliefst er sich an die flüchtigen Oele an, so dafs man nach Analogie auf ähnliche Wirkungen schliefsen darf.

Pflanzengifte scheinen auf die Pflanzen nicht als solche, sondern als Düngemittel zu wirken; diefs fand ich bei Jalappe und Gummigutta, den Aufgüssen auf Tabak,

*) Sie sind beschrieben in: J. C. Leuch's Handbuch für Fabrikanten. II. Bd. Nürnberg 1828.

Schierling, Niefswurz, Euphorbium-Gummi, spanischem Pfeffer, Sennesblätter, Wermuth.

Geräth jedoch die Auflösung, in der sie stehen, oder die damit begossene Erde in Gährung, so welken und verderben sie. Dieser Umstand verdient bei Versuchen Beachtung, da Zucker, Gummi, viele Farbestoffe an sich sehr gute Düngemittel sind, aber die Gährung, welche bald eintritt, ihre Wirkung aufhebt und sie oft schädlich macht.

Mit gutem Erfolg habe ich auch Aufgüsse von Rosmarin, Lorbeeren, Pfeffermünze, isländischer Flechte, Fenchel, Cardamom- und Cacaoschaalen, Saflor, gebranntem Kaffe, Rothholz- und Blauholzauszug, und gebranntem Zucker angewandt. Letzterer geht leicht in saure Gährung, und zeigt sich daher weniger nützlich, als Kaffe und Roth- und Blauholzauszug, die nicht leicht verderben.

Von den Metallen ist Eisen und Mangan, mit Essig-, Klee- oder Weinsteinsäure gelöst, meistens unschädlich, oder selbst nützlich, mit Mineralsäuren nachtheilig, wenn sie durch die Bestandtheile des Bodens nicht gesättigt werden. Arsenik, Kupfer, Blei, Kobalt, Nickel, Quecksilber, Spiesglanz, Zink, Zinn, sind als Oxyde und in Verbindung mit Mineral- und Pflanzensäuren Gifte. Eben so das eisenblausaure Kali. Da sie auf *Byssus antiquitatis* und andere Staubpflanzen ebenfalls tödtlich wirken, worauf das Licht die damit überzogenen Gebäude schnell bleicht, so könnte ein öliger oder mit Wasser gemachter Anstrich, hauptsächlich von Quecksilberoxydsalzen oder eisenblausaurem Kali, benutzt werden, um das Ansetzen dieser Pflanzen an den Kirchen und Monumenten zu hindern, und sie stets wie neu aussehend zu machen. Uebrigens lassen die von mir und andern angestellten Versuche noch den Zweifel, ob die schädlich gefundenen Metalle absolut schädlich sind, oder nur durch die grofsen Gaben nachtheilig wurden, um so mehr, da mich kürzlich gemachte Versuche überzeugten, dafs ein Mil-

liontheil eines Grans Arsenikoxyd, und noch weit weniger, welchen Wicken, die in einer Auflösung desselben eingeweicht wurden, eingezogen haben können, noch merklich nachtheilig wird; und wie grofs sind die von mir und andern bisher versuchten Gaben gegen so verdünnte Lösungen gewesen!

Eisen- und Manganoxyd scheinen wesentliche Bestandtheile der Pflanzen zu seyn; Kupfer will man in einigen aufgefunden haben, und Arsenik ist, nach Hrn. Lampadius, dem Roggen besonders zuträglich. Es scheint mithin, dafs manchen Pflanzen gewisse Metalle nöthig sind, die andern nachtheilig werden können.

Von den Säuren wirken Essig-, Weinstein- und Kleesäure und ihre Salze günstig; Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure sehr nachtheilig (in einem Boden oder in Wasser, wo sie nicht gesättigt werden können). So lange die mit Wasser verdünnte Säure noch auf Lackmuspapier wirkte, welkten stets die Pflanzen und Baumzweige bald darinnen. Da nun bei einer Verdünnung, wo Lackmus nicht mehr geröthet wird, nicht ausgemittelt werden kann, ob die Säure durch den Staub der Luft, die Bestandtheile des Wassers, oder den Erdegehalt der Wurzel und Zweige nicht gesättigt worden ist, so wird man nie ausmitteln können, ob diese Säuren günstig wirken.

Andere Substanzen, welche ich nützlich fand, sind aufser den Kali-, Natron- und Ammoniaksalzen (und auch dem kohlensauren Ammoniak), so wie den Salzen der Kalk- und Talkerde, hydrothionsaurer Kalk (durch Kochen von Schwefel mit Kalkmilch erhalten), Schwefelkalk, Schwefelpulver, Wasser darüber Phosphor stand, fettes phosphorhaltiges Oel, gewöhnliche Talgseife etc. Letztere hat zugleich den Nutzen, dafs sie die Erde überzieht und feucht erhält.

XVII. *Neue Bereitungsart der Cyansäure.*

(Aus einem Briefe des Hrn. Prof. Liebig an den Herausgeber.)

— Im Laufe einer Arbeit über die Wirkung des Chlors auf organische Substanzen und Salze bin ich auf Mehreres gekommen, was Interesse darbietet; am wichtigsten scheint mir die Erzeugung der Cyansäure von Serullas aus der Cyansäure von Wöhler zu seyn. Man erhält die Serullas'sche Cyansäure, indem man Chlorgas über Wöhler's cyansaures Silberoxyd leitet. Knallsilber verhält sich unter denselben Umständen anders, doch davon später weitläuftiger *). —

XVIII. *Berichtigung, meine Analyse des uralschen Platins betreffend; von G. Osann.*

Durch eine briefliche Mittheilung des Prof. Berzelius, meines sehr verehrten Lehrers, bin ich veranlafst worden, das, in dem in Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebenen Theile uralschen Platins, sich befindende weifse Oxyd, welches ich für das eines neuen Metalls glaubte annehmen zu müssen (dies. Ann. Bd. XIV. S. 337.), einer nochmaligen Prüfung zu unterwerfen, aus welcher es sich ergeben hat, dafs es aus Titansäure, Zirkonerde und etwas Kieselerde besteht, hienach also aus der Reihe der einfachen Körper wieder zurücktritt.

*) Auch bildet sich, nach Prof. Wöhler, bei der Zersetzung von knallsaurem Silber mit Salmiak, kein Harnstoff, dagegen aber viel blausaures Ammoniak. *P.*

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, ZWEITES STÜCK.

I. *Ueber die mittlere Temperatur der Luft und des Bodens auf einigen Punkten des östlichen Rufslands; von A. T. Kupffer* *).

(Vorgelesen in der Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, den 18. Februar 1829.)

Die thermometrischen Beobachtungen, welche den nachstehenden Bestimmungen zum Grunde liegen, sind mit berichtigten Thermometern angestellt worden. Ich bestimmte erst mit Sorgfalt die Fehler eines Quecksilberthermometers von Pixii in *Paris*, das ich als Normalthermometer brauchen wollte; diese Bestimmung geschah nach der in diesen Annalen, Bd. 82. S. 287., beschriebenen Methode von Bessel: eine sehr nöthige Vorsicht; denn obgleich Frier- und Kochpunkt ziemlich genau bestimmt waren, so stiegen die Fehler des Instrumentes doch hin und wieder sogar bis zu einem Grade. Mit diesem Normalthermometer wurden nun die übrigen Thermometer sorgfältig verglichen, und dann immer die Angaben derselben nach einer zu diesem Zweck entworfenen Tafel corrigirt.

*) Mitgetheilt aus der Beschreibung einer Reise nach dem Ural, die ich im vergangenen Sommer, durch den Curator der *Kasanischen* Universität, Herrn von Mussin-Puschkin, dazu aufgefordert, unternommen habe.

Temperatur der Luft in *Kasan*.

Die Temperatur der Luft in *Kasan* ist zuletzt in einem eigends dazu bestimmten Häuschen im Garten der Universität im Schatten täglich beobachtet worden, um 9 Uhr Morgens, 12 Uhr Mittags, 3 und 9 Uhr Nachmittags, ein Jahr hindurch *). Während dreier Monate wurde zugleich täglich die höchste und niedrigste Temperatur notirt. Es wurde dazu, in Ermangelung eines besseren Instruments, einem gewöhnlichen Quecksilberthermometer folgende Einrichtung gegeben: Nachdem das Thermometer oben aufgemacht worden, erwärmte ich die Kugel, bis das Quecksilber fast zur Röhre heraustrat; diese wurde dann schnell mit dem obern offenen Ende in ausgekochten Alkohol gestellt, so das ein wenig davon in die Röhre trat. In den Alkohol wurde ein kleiner Cylinder von Stahl (das Bruchstück einer Nähnadel) gesenkt, der bei aufrechter Stellung des Thermometers bald auf die Oberfläche des Quecksilbers herabfiel. Hierauf liefs man wieder einen Theil des Alkohols heraustreten, bis davon nicht mehr als ein etwa 10 Grade langer Faden in der Röhre übrig blieb, und liefs ein wenig Quecksilber eintreten, um den Alkohol zu sperren, und dann Luft, die das übrige Ende der Röhre ausfüllte. Endlich verstopfte man wieder die Röhre mit etwas Baumwolle. Man sieht leicht, dafs, wenn man erst den kleinen Stahlcylinder mit der Oberfläche des Quecksilberfadens, der mit der Kugel in Verbindung steht, in Berührung bringt, und dann das Thermometer horizontal stellt, der Stahlcylinder immer weiter vorgeschoben wird, indem sich das Quecksilber durch die Wärme ausdehnt; hat aber die Wärme ihr Maximum erreicht, und nimmt wieder ab, so bleibt der Stahlcylinder an der Stelle liegen, wohin ihn das Quecksilber geschoben hat. Kommt man nun später hinzu, so giebt die Entfernung des Stahlcylinders

*) Diese Beobachtungen sind von Hrn. Schestakof, Zögling der *Kasanischen* Universität, gemacht, und werden noch fortgesetzt.

von dem zurückgetretenen Quecksilberfaden die Menge Grade an, die man zu der im Augenblick der Beobachtung stattfindenden Temperatur addiren mufs, um das vorausgegangene Maximum der Temperatur zu finden. Um nun das darauffolgende Minimum zu haben, bringt man den Stahlcylinder mit demjenigen Quecksilberfaden in Berührung, der zur Sperrung des Alkohols dient, welches dadurch geschieht, dafs man das Thermometer einige Augenblicke senkrecht mit nach oben gerichteter Kugel hält, wobei der Cylinder langsam herabgleiten wird. Indem sich jetzt bei zunehmender Kälte das Quecksilber zurückzieht, wird auch der kleine Stahlcylinder von dem zweiten Quecksilberfaden fortgestofsen, und bleibt endlich (wenn das Thermometer horizontal liegt) liegen, wenn die Temperatur ihr Minimum erreicht hat *).

Folgende Tabelle enthält die Mittel für alle Monate, vom November 1827 bis November 1828.

Das Thermometer ist das 80theilige.

Monate.	9 Uhr Morg.	12 Uhr.	3 Uhr Nachm.	9 Uhr Abends.	Maximum.	Minimum.	Mittel aus dem Max. u. Min.
1827.							
Novemb.	— 2,1	— 0,5	— 0,6	— 2,0			
Decemb.	8,4	7,2	7,5	7,9	— 5,8	—11,5	— 8,7
1828.							
Januar	15,4	14,0	13,9	14,1	12,9	17,5	15,2
Februar	15,5	13,1	12,3	15,5	11,2	19,0	15,1
März	— 4,5	— 1,8	— 1,1	— 4,5			
April	+ 4,7	+ 6,9	+ 7,5	+ 3,9			
Mai	11,4	13,6	14,2	9,8			
Juni	15,8	18,0	18,6	13,9			
Juli	14,8	17,4	17,9	14,2			
August	13,9	16,6	17,1	13,1			
Septemb.	5,8	9,4	10,2	6,3			
October	+ 2,4	+ 3,5	+ 3,9	+ 2,1			
Mittel	+ 2,0	+ 2,1	+ 2,5	+ 1,6			

*) Diese Erklärungen sind eigentlich für denjenigen, der die Ein-

Die gröfste Kälte war den 18ten und 19ten Januar (31°7, das Quecksilber gefror); die gröfste Hitze den 8ten Juli (24°,8).

Um aus diesen Beobachtungen die mittlere Temperatur der Luft in *Kasan* herzuleiten, kann man, ohne einen grofsen Irrthum zu befürchten, annehmen, dafs das Mittel der um 9 Uhr Morgens angestellten Beobachtungen der mittleren Temperatur des ganzen Jahres entspricht; da hier nur von einem Jahre die Rede ist, und ein Jahr ohnediefs nicht hinreichend ist, um die mittlere Temperatur eines Ortes genau zu bestimmen. Es ist bekannt, dafs man der wahren mittleren Temperatur am nächsten kommt, wenn man das Mittel aus den Maximis und Minimis nimmt; dafs dieses Mittel aber dem Mittel der um 9 Uhr Morgens angestellten Beobachtungen sehr nahe kommt, davon kann man sich wenigstens für drei Monate aus den obigen Tabellen überzeugen. Man kann auch darüber die Arbeiten von Bouvard (*Mémoires de l'Academie des Sciences année* 1824) und Hallström (diese Annalen Bd. 80. S. 373.) zu Rathe ziehen.

Die mittlere Temperatur der Luft in *Kasan*, für das Jahr 1828 (oder richtiger vom November 1827 bis November 1828), ist also 2°,0 R.; wobei zu bemerken, dafs das Jahr 1828 ein kaltes Jahr gewesen ist: die wahre mittlere Temperatur von *Kasan* mufs also etwas höher angenommen werden. Die mittlere Temperatur des Aprils ist bedeutend höher, als die mittlere Temperatur des Jahres; die des Octobers kommt nicht nur der mittleren Temperatur von 1828 sehr nahe, sondern entspricht auch, wie wir gleich sehen werden, fast genau der wahren mittleren Temperatur von *Kasan*.

Das Thermometer steht 7 Monate über dem Gefrierpunkte, und 5 Monate unter demselben.

richtung des Gay-Lussac'schen und Chevalier'schen Thermometrographen kennt, überflüssig, und ich habe sie nur der gröfseren Deutlichkeit wegen hinzugefügt.

Vertheilt man das Jahr so, daſs man die Monate December, Januar, Februar: Winter, die Monate März, April, Mai: Frühling, die Monate Juni, Juli und August: Sommer, und endlich die Monate September, October und November: Herbst nennt, so ist:

Die mittlere Temperatur des Winters		−13°,1
- - -	des Frühlings	+ 3 ,9
- - -	des Sommers	+14 ,8
- - -	des Herbstes	+ 2 ,0

Es ist ferner:

Die Temperatur des heiſsesten Monats		+15 ,8
- - -	kältesten Monats	−15 ,5

Hr. Professor Bronner hat während seines Aufenthalts in *Kasan*, d. h. in den Jahren 1814—17, ebenfalls thermometrische Beobachtungen gemacht, deren Resultate von Hrn. Prof. Fr. Parrot in *Dorpat* berechnet und in Erdmann's Beiträgen zur Kenntniſs des Innern von Ruſsland, 1. Theil, abgedruckt sind. Es ist Schade, daſs Hr. Professor Parrot bei dieser Berechnung die Eintheilungen des Julianischen Kalenders, der in Ruſsland noch gebräuchlich ist, beibehalten hat, so daſs die mittlere Temperatur der einzelnen Monate mit den für andere Gegenden berechneten Mitteln nicht vergleichbar sind; dieses hat aber natürlich auf die mittlere Temperatur des Jahres keinen Einfluſs.

Die Beobachtungen wurden um 7 Uhr Morgens, 12 Uhr Mittags, und bald um 8, bald um 9 Uhr Abends angestellt, und gaben folgende Resultate:

	1814.	1815.	1816.	1817.	Mittel.
Mittel aus allen Beobachtungen	+2,5	2,7	3,5	1,5	+2,6
Mittel aus den um 7 und 12 Uhr angestellten Beobachtungen	fehlt	+2,3	3,1	2,0	2,5

Fügt man hier noch das Resultat von 1828 hinzu, so bekommt man 2°,4 R. als die wahre mittlere Temperatur von *Kasan*, etwa 120 Fufs über der Meeresfläche.

Ich setze noch die mittlere Temperatur des Aprils und Octobers in den angeführten Jahren her. Da Hr. Professor Parrot die Mittel für die Julianischen Monate berechnet hat, so habe ich erst, die Beobachtungen für 1828 zum Grunde legend, versucht, ob nicht das Mittel aus dem Julianischen März und April dem Mittel für den Gregorianischen April, und das Mittel aus dem Julianischen September und October dem Mittel für den Gregorianischen October nahe käme, und gefunden, dafs es sich wirklich so verhält; und nun aus den Bronnerschen Tabellen die mittleren Temperaturen für die genannten Julianischen Monate März, April, September und October paarweise berechnet, und die erhaltenen Resultate als die mittleren Temperaturen der Gregorianischen Monate April und October angesehen.

		Aus allen Beobachtungen.	Aus den Beob. um 7 und 12.
1814.	April	+0,8	
	October	+3,3	
1815.	April	2,1	2,1
	October	2,8	2,9
1816.	April	1,2	1,5
	October	3,5	3,7
1817.	April	2,4	2,9
	October	0,0	0,2
Mittel	April	1,6	2,2
	October	2,4	2,3

Temperatur des Bodens in *Kasan*.

Die Temperatur des Bodens wird von Quellen angezeigt, die in hinreichender Menge und rasch genug sprudeln, um von der Temperatur der Luft nicht afficirt zu

werden. Die Temperatur solcher Quellen verändert sich sehr wenig, und ihre Aenderungen sind einer andern Periode unterworfen, als die Temperaturveränderungen der Luft; das Maximum und Minimum tritt bedeutend später ein, als die correspondirenden Puncte in den Temperaturveränderungen der Luft. Quellen, die in Gebirgsgegenden entspringen, scheinen die Temperatur des Bodens nicht so sicher angeben zu können, als Quellen in ebenen Gegenden; denn bei den ersteren ist man nie sicher, ob sie nicht in einer bedeutend gröfsern Höhe ihren Ursprung nehmen, und an einem niedrigeren Punkte hervorbrechend, eine niedrigere Temperatur zeigen, als dem Boden, aus dem sie sprudeln, zukommt. Eben so wenig darf man Quellen wählen, die aus einem morastigen von zu Tage gehenden Wässern durchdrungenen Boden kommen.

Es fügt sich zuweilen, dafs man die Bodentemperatur eines Ortes mit grofser Gewifsheit bestimmen kann, wenn nämlich in verschiedenen Punkten und aus verschiedenartigem Boden Quellen hervorkommen, die alle dieselbe, das ganze Jahr hindurch fast unveränderliche Temperatur zeigen.

Quellen, die, ehe sie abfliefsen oder geschöpft werden, sich in bedeutender Menge in einem Behälter sammeln, zeigen auch eine sehr constante Temperatur; aber da sie immer mit der Luft in Berührung stehen, so haben sie eine Temperatur, die sich der mittleren Lufttemperatur nähert; so dafs in höheren Breiten, wo die Temperatur des Bodens höher ist, als die mittlere Temperatur der Luft, diese Wasserbehälter kälter sind, als die eigentlichen Quellen. Dasselbe gilt von Brunnen von wenigstens 20 Fufs Tiefe, wo die Erkältung noch höher steigen kann, weil sich die kältere Luft immer nach den Tiefen zieht.

In *Kasan* habe ich die Temperatur zweier Quellen beobachtet, die sich sehr zu diesen Untersuchungen schik-

ken. Die erste entspringt am Fuſse des Festungsberges, am nördlichen Abhange desselben, aus einem Kalkfelsen, mit ziemlicher Fülle, und enthält eine groſse Menge Kalk aufgelöst; die zweite befindet sich bei *Butiska*, in der Nähe des Kabon und nicht weit vom erzbischöflichen Pallaste. Hier entspringen auf einer sich schlängelnden Linie mehrere Quellen, die durch ihren Zusammenfluſs ein immer breiter werdendes Bächlein bilden; eine von ihnen, in der Nähe der Brücke, sprudelt aus dem Bette des Bächleins mit hinreichender Kraft hervor, um auf der Oberfläche des über dieselbe hinwegflieſsenden Wassers kleine Wellen zu bilden. Das Thermometer wurde in die Quelle selbst gesteckt, so tief als es möglich war, und zu einer Jahreszeit, wo das Wasser des Bächleins fast dieselbe Temperatur hatte, als die Quelle selbst. Das Wasser dieser Quelle enthält auch ein wenig Kalk aufgelöst, doch bei weitem weniger als die obige.

Die Temperatur dieser beiden Quellen wurde, ungeachtet sie über eine deutsche Meile von einander entfernt sind, und aus sehr verschiedenem Boden entspringen, am 29. October 1828 (Temperatur der Luft etwa 1°) gleich 5°,2 R. gefunden. Bronner fand die Temperatur der ersten Quelle am 16. Januar 1815 gleich 4°,8 R.; ich fand sie 14 Jahre später in demselben Monate genau eben so groſs. Diese beiden Beobachtungen sind eigentlich nicht hinreichend, um die Bodentemperatur mit Genauigkeit zu bestimmen, und es ist zu wünschen, daſs in Zukunft deren alle Monate gemacht werden; wir können aber durch Vergleichung derselben mit andern Beobachtungen ein der Wahrheit wahrscheinlich sehr nahe kommendes Resultat ziehen. Zu dieser Vergleichung mögen uns Erman's Beobachtungen der Temperaturveränderungen der Julienthaler Quelle in Königsberg *) dienen, welche in folgender Tabelle enthalten sind:

*) Siehe diese Annalen, Juli 1827, Stück 10. p. 302.

October	7°,74
November	7 ,10
December	6 ,46
Januar	5 ,79
Februar	5 ,42
März	5 ,22
April	5 ,66
Mai	5 ,86
Juni	6 ,48
Juli	7 ,12
August	7 ,66
September	7 ,90

(Die vier letzten Werthe sind berechnet.)

Man sieht aus diesen Beobachtungen, dafs das Minimum der Temperatur im März eintritt, das Maximum im September; das Mittel aus beiden giebt 6°,56, also sehr nahe die mit Benutzung aller Beobachtungen berechnete mittlere Bodentemperatur, welche Erman gleich 6,534 findet. Der Unterschied der Temperaturen für Januar und October ist für die *Königsberger* Quelle =1°,95, für die *Kasansche* Quelle =0°,40, d. h. sehr nahe 5 Mal geringer; es ist also wahrscheinlich, dafs der fünfte Theil der Aenderungen für die *Königsberger* Quelle die Aenderungen für die *Kasansche* Quelle sehr nahe ausdrückt. Man bekommt so für *Kasan:*

September	5°,20 + $\frac{1}{5}$(7,90 — 7,74)	=5°,23
März	4 , 8 — $\frac{1}{5}$(5,79 — 5,22)	=4 ,69
	Mittel	=4 ,96.

Man kann also 5° R. als die wahre mittlere Bodentemperatur von *Kasan* ansehen.

Die Temperatur der Brunnen hängt von mehreren Umständen ab, die sie oft sehr veränderlich machen, und hauptsächlich von der Menge Wassers, die sich in einer gewissen Zeit erneuert. Ein Brunnen nicht weit von der zweiten Quelle, dessen Wasseroberfläche sich nur etwa 12 Fufs unterhalb der Erdoberfläche befindet, der aber

kaum 2 Fuſs Tiefe hat, und dessen Wasser sich deshalb oft erneuert (denn dieser Brunnen versorgt das ganze neben dem erzbischöflichen Pallaste liegende Dorf) zeigte den 19. Juli 1828 eine Temperatur von 5° ¼ R. Ein anderer Brunnen, in dem Dorfe *Butiska*, also ebenfalls nicht weit von der zweiten Quelle, der aber wenig gebraucht wird, und dessen Wasseroberfläche 20 F. unter der Oberfläche der Erde liegt, zeigte den 19. Juli 4°,25 R., den 29. Octob. desselben Jahres 4°,5 R. Diese Temperatur von 4°,5 zeigte auch den 4. Nov. eine in ein hölzernes Bassin eingefaſste, kaum 2 F. unter der Oberfläche der Erde stehende, nicht sehr stark abflieſsende Quelle beim Landhause des Hrn. Prof. Vogel, am Fuſse der Hügelreihe, die das linke Ufer der *Kasanka* begleitet. Combinirt man die Beobachtungen vom 29. Juli und 19. October auf die oben angezeigte Weise, so bekommt man für die mittlere Brunnentemperatur von *Kasan* 4°,06 R.

Die mittlere Brunnentemperatur ist also in *Kasan* um 0°,9 kleiner, als die mittlere Bodentemperatur; und auch darin nähert sich die Brunnentemperatur der Lufttemperatur, daſs ihre Aenderungen gröſser sind, in den angeführten Beobachtungen doppelt so groſs, als die der Bodentemperatur.

In *Kasan* hält sich die mittlere Brunnentemperatur etwas über dem Mittel aus der Boden- und Lufttemperatur.

Mittlere Temperatur der Luft in *Slatoust* (Breite 55° 8′ Länge 57° von Paris, Erhebung über der Meeresfläche 370 Meter.)

Hr. Dr. Eversmann, jetzt Professor der Naturgeschichte in *Kasan*, hat während der Jahre 1817—1820 thermometrische Beobachtungen in *Slatoust* angestellt, mit einem Thermometer, dessen Frier- und Siedpunkt vorher als richtig befunden worden. Die Beobachtungen von 1818 und 1819 sind ganz vollständig, für 1817 und

1820 berechnete ich blofs die Mittel für die Monate April und October.

Es wurde des Morgens die gröfste Kälte, gegen 2 Uhr die gröfste Wärme aufgezeichnet, da jedoch diese Beobachtungen nicht mit einem Thermometrographen gemacht wurden, so ist man nicht sicher, ob auch überall die allerhöchste und allerniedrigste Temperatur beobachtet wurde.

Sonst wurde noch um 12, um 6 und um 10 Uhr beobachtet; da aber das Mittel aus den Maximis und Minimis am genauesten die mittlere Temperatur des Jahres giebt, so wurde bei Berechnung der letztern auf diese Beobachtungen keine Rücksicht genommen. Folgende Tabelle enthält die monatlichen Mittel:

	1818.			1819.		
	Min.	Max.	Mittel.	Min.	Max.	Mittel.
Januar	—14,25	— 9,68	—11,96	—12,77	— 9,48	—11,12
Februar	19,23	—11,58	15,40	17,80	10,16	13,98
März	7,59	+ 0,51	— 3,45	10,14	— 1,72	— 5,93
April	— 1,18	5,51	+ 2,16	— 1,35	+ 5,16	+ 1,90
Mai	+ 3,09	11,22	7,15	+ 5,21	10,98	8,09
Juni	9,37	17,26	13,31	9,46	15,91	12,68
Juli	8,55	14,10	11,32	11,38	18,66	15,02
August	9,00	17,84	13,42	8,45	13,87	11,16
Sept.	+ 3,69	10,20	6,95	5,73	11,68	8,70
October	— 3,79	+ 0,10	— 1,85	+ 1,16	+ 7,00	+ 4,08
Novemb.	7,93	— 5,70	— 6,81	— 8,20	— 5,45	— 6,82
Decemb.	—10,80	— 7,87	— 9,33	—16,70	—13,10	—14,9
Mittel	— 2,59	+ 3,48	+ 0,45	— 2,13	+ 3,61	+ 0,74

	1818.	1819.
Mittel aus den drei Wintermonaten Dec. Jan. Febr.	—12,23	—13,33
- - - - Frühlingsmonaten	+ 1,93	+ 1,36
- - - - Sommermonaten	+12,69	+12,95
- - - - Herbstmonaten	— 0,57	+ 1,99

Die mittleren Temperaturen der Monate April und October 1817 und 1820 waren:

	1817.			1820.		
	Min.	Max.	Mittel.	Min.	Max.	Mittel.
April	+0,5	+9,0	+4,7	+0,7	+6,3	+3,5
October	—3,2	+0,3	—1,5	—1,4	+4,7	+1,7

Das Mittel aus allen vier Aprilbeobachtungen giebt +3,06
- - - - vier Octoberbeobacht. - +0,61

Hiernach ist die wahrscheinlichste mittlere Temperatur der Luft in *Slatoust* +0°,6 R.

Nach der obigen Tabelle ist das Mittel aus den Temperaturen aller Monate der Jahre 1818 und 1819 ebenfalls +0,6.

Temperatur des Bodens in *Kisnekejewa* (Breite 54°½, Länge 60°) auf der östlichen Seite des *Ural*, 300 Meter über der Meeresfläche.

In der *Kisnekejewschen* Kupfergrube führt ein Stollen, der seinen Ausgang am Abhange des Berges hat, zu einem Schacht von 25 Meter Tiefe; hier war die Temperatur einer Wasseransammlung 3° ½ R. An dieser Stelle ist seit langer Zeit nicht gearbeitet worden.

Temperatur des Bodens in *Bogoslowsk* (Breite 60°, Länge 60°; Höhe über dem Meere 200 Meter) *).

In den *Turinskischen* Kupfergruben, östlich von *Bogoslowsk*, ist die Temperatur der Grubenwasser in 112 Meter Tiefe 5° R. In den *Frolowschen* Gruben, nicht weit von den ersteren, hatten die Grubenwasser in einer Tiefe von 65 Met. eine Temperatur von 3°,2; das Wasser erfüllte hier den tiefsten Theil der Arbeiten, ein Beweis, dafs hier lange nicht gearbeitet worden ist. Eine Quelle, die in 56 Meter Tiefe hervorbricht, zeigte 2°,7.

*) An den in *Bogoslowsk*, *Nishney-Tagilsk* und *Werchoturie* angestellten Beobachtungen hat Hr. Dr. Erman jun. den thätigsten Antheil genommen. Es fügte sich nämlich, dafs ich mit ihm, Hrn. Prof. Hansteen und Lieutn. Duc in *Catherinenburg* zusammentraf, und dafs alle drei meiner Aufforderung, gemeinschaftlich eine Excursion nach *Bogoslowsk* zu machen, folgten.

Man kann aus den Differenzen der beobachteten Temperaturen, mit den Differenzen der Tiefen verglichen, das Gesetz der Wärmezunahme in der Tjefe ableiten, wie man aus folgender Zusammenstellung sehen kann:

	Tiefe Meter	Temperatur.	Differenz der Tiefen.		Differ. d. Temperatur.	Zunahme der Tiefe für 1° R.
No. 1.	56	2°,7	No. 3. — No. 1.	56	2°,3	24°,3
- 2.	65	3 ,2	No. 3. — No. 2.	47	1 ,8	26 ,1
- 3.	112	5 ,0	No. 2. — No. 1.	9	0 ,5	18 ,0
			Summe	112	4 ,6	

Da die in der letzten Columne enthaltenen Werthe desto genauer sind, je gröfser die Tiefenunterschiede, so thäte man nicht recht, das Mittel aus ihnen zu nehmen; man erhält einen viel genauern Werth, der doch nicht mehr Rechnung erfordert (wie die Behandlung nach der Theorie der kleinsten Quadrate erfordern würde), wenn man die Summe der Tiefenunterschiede durch die Summe der Temperaturunterschiede dividirt, so erhält man 1° R. Temperaturzunahme für jede Zunahme der Tiefe von $24^m,4$.

Wir wollen diese Beobachtungen mit denen von Cordier in seiner Abhandlung: *Essai sur la temperature de l'interieur de la terre, Annales du Muséum d'histoire naturelle* (8. *annee* 3. *cahier*) zusammengestellten vergleichen. Hier ist zu bemerken, dafs man, um richtige Resultate zu erhalten, die Temperatur der Gruben nicht mit der mittlern Temperatur der Luft vergleichen darf, sondern nur eine Grubenstation mit der andern; dafs die oberste Station nicht der Oberfläche zu nahe liegen, dafs endlich die unterste Station hinlänglich tief liegen mufs. Wenn man so verfährt, verschwindet ein grofser Theil der Unregelmäfsigkeiten, auf die Cordier bei Vergleichung der Beobachtungen gestofsen ist.

I. Temperatur der Quellen in Gruben.

Ort der Beobachtung.	Tiefe Meter.	Temperatur C.	Differenz der Tiefe	Differenz der Temperatur.	Zunahme der Tiefe auf 1° C.
Sachsen	78	9,4	178	4°,4	40,5
-	256	13,8			
Bretagne	39	11,9	101	2 ,7	37,4
-	140	14,6			
II. Temperatur der Grubenwasser.					
Cornwallis	82,3	15,6	192,2	10 ,0	19,2
-	274,5	25,6			
III. Temperatur grofser Wasseransammlungen in Gruben.					
Cornwallis	71,4	15,6	258,0	11 ,1	23,2
-	329,4	26,7			
IV. Temperatur des Felsens.					
Sachsen	180	11,25	80	3,75	21,3
-	260	15,00			
Littry	0	11,0	99	5,1	19,4
-	99	16,1			
Decise	107	17,78	64	4,32	14,8
-	171	22,10			

Die letzten fünf Beobachtungen sind diejenigen, die sich mit einiger Sicherheit zur Bestimmung der Temperaturabnahme in der Tiefe gebrauchen lassen. Die beiden ersten übertreffen die übrigen zu sehr, als dafs sie zur Bestimmung des Mittels zugelassen werden könnten. Dividirt man hier wieder die Summe der Differenzen der Tiefen durch die Summe der Differenzen der Temperaturen, so erhält man als Zunahme der Tiefe für 1° C.

$$20^m,2,$$

oder für 1° R.

$$25^m,25,$$

oder auch 3°,96 R. Temperaturzunahme für jede 100 Meter; welches mit dem für *Bogoslowsk* gefundenen Resultat sehr gut übereinstimmt.

Wir können nach diesem Abnahmegesetz für die Wärme die Bodentemperatur von *Bogoslowsk* berechnen, obgleich wir keine directe Beobachtung über dieselbe besitzen; denn so sehr wir suchten, fand sich doch keine schickliche Quelle dazu. Da wir bisher die Bodentemperatur nach der Temperatur von Quellen bestimmt haben, die eine fast gleich mäfsige Temperatur zeigten, und da diese Eigenschaften nicht allen Quellen zukommt, sondern nur solchen, die aus einer gewissen Tiefe entspringen; so ist es nicht eigentlich die Temperatur der Oberfläche des Bodens, von der bisher die Rede war, sondern die Temperatur einer Schicht, die sich in bedeutender, aber ziemlich gleichmäfsiger Entfernung von der Oberfläche der Erde, unterhalb derselben, fortzieht. Wenn wir also aus der Temperatur sehr grofser Tiefen die Temperatur des Bodens in dem oben angedeuteten Sinne berechnen wollen, so müssen wir vor allen Dingen bestimmen, in welcher Tiefe sich wohl die Erdschicht befinden mag, aus welcher nasse Quellen, die eine fast gleichmäfsige Temperatur das ganze Jahr hindurch zeigten, entspringen. Diese Frage läfst sich nicht mit Bestimmtheit beantworten; doch läfst sich diese Tiefe auf beiläufig 25 Meter festsetzen. Dieser Werth scheint nicht zu grofs zu seyn; denn in *Paris* hören bei 28 Meter Tiefe die Oscillationen der Bodentemperatur noch nicht ganz auf, und es ist wahrscheinlich, dafs in höheren Breiten, wo die täglichen und monatlichen Maxima und Minima viel weiter aus einander liegen, als in Paris, auch die Oscillationen der tiefern Punkte noch so merklich sind, wie es bei den beobachteten Quellen der Fall war.

Zieht man nun diese 25 Meter von der ersten Station ab, so bleiben 31 Meter übrig, als Tiefe der ersten Station unterhalb der Erdschicht, auf die wir alle Bodentemperaturen bezogen haben. Einunddreifsig Meter geben aber nach dem Vorhergehenden 1°,2 R. Temperaturabnahme. Da nun die Temperatur der obern Sta-

tion 2°,7 gefunden wurde, so ist die Bodentemperatur von *Bogoslowsk* gleich 1°,5 R. zu setzen.

In *Bogoslowsk* ist an einigen Stellen, nach strengen Wintern, die Erde am Ende des Sommers einige Fufs unterhalb des Rasens noch gefroren; man sieht hieraus, dafs wir Recht gehabt haben, die Bodentemperatur auf eine tiefere Erdschicht zu beziehen, und dafs in geringer Tiefe die mittlere Jahrestemperatur sehr veränderlich sey, und unter 0° herabsinken kann. Wo die Oscillationen der Bodentemperatur so grofs sind, dafs Eisbildung möglich ist, kann es geschehen, dafs die darauf folgende Wärme nicht mehr im Stande ist, dasselbe zu schmelzen; und so ist es wohl zu erklären, dafs man zuweilen Eis in einem Boden gefunden hat, dessen mittlere Temperatur gewifs höher als 0° ist.

Temperatur des Bodens in *Nishney-tagilsk* (Breite 58°) und *Werchoturie* (Breite 59°).

Diese beiden Orte liegen, wie *Bogoslowsk*, am östlichen Abhange des *Ural*, und sind beiläufig 200 Meter über der Meeresfläche erhaben. In *Nishney-tagilsk* hatte das aus einer Tiefe von 65 Meter geschöpfte Grubenwasser eine Temperatur von 3°,9 R. Zieht man hier ebenfalls 25 Meter von der Tiefe ab, und berechnet die Menge der Grade, um welche die Temperatur des Bodens bis zu dieser Tiefe von 45 Metern abnehmen mufs, so findet man 2°,3 R. für die Temperatur des Bodens in *Nishney-tagilsk*. Ein Brunnen von 5 Meter Tiefe zeigte 2°,6; diese Temperatur ist etwas zu hoch (besonders da, nach den oben angeführten Beobachtungen, die Brunnen in höherer Breite eine niedrigere Temperatur zu zeigen pflegen, als die Quellen), welches sich leicht daraus erklären läfst, dafs die Beobachtung im Herbst gemacht wurde, d. h. zur Zeit des Maximums der Temperatur tiefer Brunnen, und der Brunnen nicht tief genug war, um eine nur einigermafsen constante Temperatur zu haben.

In

In *Werchoturie* zeigte eine stark fliefsende Quelle die Temperatur von 2°,1. Auch diese Temperatur ist wahrscheinlich ein wenig zu hoch, da die Beobachtung im Herbst gemacht wurde. Da die Quellen in *Kasan* in derselben Jahreszeit eine die mittlere Temperatur um 0°,2 übersteigende Wärme zeigen, so kann man wohl annehmen, dafs die wahre mittlere Temperatur der Quellen in *Werchoturie* 1°,9 sey.

Noch sind hier einige Versuche zu erwähnen, die in *Kuschwa* und *Bogoslowsk* auf Vorschlag des Hrn. Dr. Erman und mit Unterstützung der dortigen Bergbeamten, deren Gefälligkeit wirklich beispiellos ist, ausgeführt wurden, und welche darin bestanden, dafs mit einem Erdbohrer ein an 20 Fufs tiefes Loch im Boden ausgebohrt, und die Temperatur des tiefsten Punktes beobachtet wurde. Keiner dieser Versuche gab ein entscheidendes Resultat; man traf immer auf Wasser, das sich in der Tiefe des Bohrloches ansammelte, und, vom Tage kommend, eine höhere Temperatur mit sich führte; vielleicht waren auch die Löcher nicht tief genug, und die Stellen nicht glücklich gewählt. Die Temperatur dieses angesammelten Wassers hielt sich fast immer zwischen 4 und 4½, d. h. in der Nähe der Temperatur, welche auch die meisten der Oberfläche der Erde nahen Brunnen in dieser Gegend zeigten. Das Bohrloch in *Kuschwa* (Breite 58½) zeigte 4° R.; ein Brunnen daselbst, dessen Oberfläche sich fast dicht unter der Oberfläche der Erde befand, 4°¼; ein ähnlicher Brunnen in *Nishney-turinsk* (Breite 58¾) 4°,2; ein anderer in *Nishney-tagilsk* von 9 Fufs Tiefe 3°,3. Ein Bohrloch in *Bogoslowsk* gar 4°,7; ein Wasserbehälter, der von einer schwachen Quelle gefüllt wird, und dessen Oberfläche sehr wenig unter der Oberfläche der Erde befindlich, ebendaselbst 4°.

Ich erlaube mir noch eine Beobachtung anzuführen, die mir Hr. Dr. Erman mitgetheilt hat, und die zur Bestätigung der *Bogoslowsk'schen* Beobachtungen dienen

kann. Derselbe fand nämlich in der Nähe von *Perm* (Breite 60°) die Temperatur der Grubenwasser in 30 Meter Tiefe gleich 2° R.; welches für die Tiefe von 25 Meter 1°,8 R. giebt. *Perm* liegt ungefähr eben so hoch als *Bogoslowsk*, eher niedriger als höher, und überdiefs etwas mehr nach Westen; seine Bodentemperatur mufs also um ein Geringes höher seyn, als die von *Bogoslowsk*.

Folgerungen.

Man sieht aus dem Vorhergehenden, dafs die Bodentemperatur zuweilen sehr von der mittleren Temperatur der Luft verschieden ist, und dafs ihre Vertheilung einem anderen Gesetze folgt. Wahlenberg's Beobachtungen haben schon längst gezeigt (und die vorhergehenden bestätigen es), dafs die Temperatur der Quellen in höheren Breiten höher ist, als die Lufttemperatur; v. Humboldt und nach ihm v. Buch fanden die Temperatur der Quellen in niederen Breiten bedeutend niedriger, als die Lufttemperatur. Hier folgt eine vergleichende Uebersicht der vorzüglichsten dieser Beobachtungen, in welcher nur diejenigen benutzt sind, welche im Niveau des Meeres, oder nicht viel über 1500 Fufs höher angestellt wurden. Die Beobachtungen an Quellen wurden den Beobachtungen an Brunnen vorgezogen. Die meisten dieser Angaben sind entnommen aus: v. Buch's Abhandlung über Quellentemperatur, in diesen Annalen, Bd. XII. Stück 3. Jahrgang 1828; ferner aus A. v. Humboldt's Abhandlung über die Isothermen.

Ort.	Breite.	Erhebung über d. Meere in Metern	Bodentemperatur R.	Lufttemperatur R.	Beobachter.
Congo . . .	9 S.	450	18,2	20,5	Smith
Cumana . .	10¼ N	0	20,5	22,4	Humboldt
St. Jago (Capverdische Ins.)	15 —	0	19,6	20,0	Hamilton
Rockfort (Jamaica) . .	18 —	0	20,9	21,6	Hunter
Havannah .	23 —	0	18,8	20,5	Ferrer
Nepaul . .	28 —	0?	18,6	20,0	Hamilton
Teneriffa *) .	28½—	0	14,4	17,3	Buch
Cairo . . .	30 —	0	18,0	18,0	Nouét
Cincinnati .	39 —	160	9,9	9,7	Mansfield
Philadelphia	40 —	0	10,2	9,9	Warden
Carmeaux **)	43 —	300?	10,4	11,5	Cordier
Genf . . .	46 —	350	8,9	7,7	Saussure
Paris . . .	49 —	75	9,2	8,7	Bouvard
Berlin . . .	52½—	40	8,1	6,4	
Dublin . .	53 —	0	7,7	7,6	Kirwan
Kendal . .	54 —	0	7,0	6,3	Dalton
Keswick . .	54½—	0	7,4	7,1	
Königsberg .	54½—	0	6,5	5,0	Erman
Edinburg . .	56 —	0	7,0	7,0	Playfair
Carlscrona .	56¼—	0	6,8	6,8	Wahlenberg
Upsala . .	60 —	0	5,2	4,5	- -
Umeo . . .	64 —	0	2,3	0,6	- -
Giwarten-fiäll	66 —	500	1,0	—3,0	- -

*) Da in 1500 Fuſs Höhe die Temperatur der Quellen auf *Teneriffa* fast dieselbe ist, so möchte die Temperatur von 14,4 wohl einem etwas höhern Orte angehören (wie es in gebirgigten Gegenden oft der Fall zu seyn scheint), und deshalb, wenn man sie auf das Niveau des Meeres reduciren will, einer Vermehrung bedürfen.

**) Cordier a. a. O. Die mittlere Lufttemperatur ist nach den mittleren Temperaturen von *Montauban*, *Toulouse* und *Montpellier* geschätzt.

Diese Tabelle kann man noch durch die in *Kasan* und am *Ural* angestellten Beobachtungen vermehren. Da, wo uns die Temperatur der Luft unbekannt ist, wollen wir sie durch Analogie bestimmen; da die Orte nicht sehr weit von einander entfernt sind, so kann hieraus kein grofser Fehler entstehen. Es ist bekannt, dafs die Temperaturabnahme für mittlere Breiten ungefähr $\frac{1}{2}$° R. für jeden Breitengrad beträgt. Diefs wird durch Beobachtungen bestätigt, die in der Nähe der in Frage stehenden Punkte angestellt wurden, nämlich in *Petersburg* und *Moscau*. Der Unterschied der Breiten dieser beiden Städte ist 4° $\frac{1}{6}$; die mittlere Lufttemperatur von *Petersburg* ist 3° R., die von *Moscau* 3,6, der Unterschied der mittleren Temperaturen ist also 0,6. Da *Moscau* nahe an 300 Meter höher als *Petersburg* liegt, so ist zu diesem Unterschiede noch 1,3 hinzu zu addiren; wir haben also eine Abnahme von beiläufig 2° R. für 4° $\frac{1}{6}$ Abnahme in der Breite, oder nicht ganz voll 0°,5 R. für jeden Breitengrad.

Also:

	Breite.	Erhebung.	Bodentemp.	Lufttemp.
Kisnekejewa .	54$\frac{1}{2}$	300	3,5	1,2*)
Kasan . . .	56	30	5,0	2,4
Nishney-tagilsk	58	200	2,3	—0,2
Werchoturie .	59	200	1,9	—0,7
Bogoslowsk .	60	200	1,5	—1,2

Die erste Ansicht dieser Tabellen zeigt, dafs die Bodentemperatur in derselben Breite unter verschiedenen Meridianen verschieden ist, dafs man also, um eine deutliche Uebersicht dieses Phänomens zu erhalten, vor allen Dingen die Beobachtungen nach den Meridianen, unter denen sie angestellt worden, zusammenreihen mufs. Die

*) Die mittlere Temperatur der Luft in *Slatoust* (Breite 55°) ist 0,6; *Kisnekejewa* ist einen halben Grad südlicher und 70 Meter niedriger.

angeführten Beobachtungen begreifen vier Hauptmeridiane oder vielmehr Meridianzonen, den Meridian von *Paris*, den Meridian von *Umeo*, den Meridian des *Urals*, und endlich den Meridian von *Cumana*.

Ueberdiefs befinden sich unter den angeführten Orten einige, die eine bedeutende Höhe über der Meeresfläche haben, deren Bodentemperatur aber auf die Meeresfläche zu reduciren ist. Leider aber besitzen wir so wenige Beobachtungen dieser Art, dafs es unmöglich ist, mit Genauigkeit anzugeben, um wie viel die Bodentemperatur für eine gewisse Höhe abnimmt. Man kann indefs aus mehreren Beobachtungen schliefsen, dafs die Abnahme der Quellentemperatur ungefähr demselben Gesetz unterworfen ist, als die Abnahme der Lufttemperatur, und dafs, wenn ein Unterschied stattfindet, die erstere langsamer abnimmt, als die letztere. Wir wollen also in einer runden Zahl 1° R. auf 250 Meter rechnen; dann bekommt man für die Bodentemperatur in *Congo* 20°,0, in *Cincinnati* 10°,5, in *Genf* 10°,3, in *Paris* 9°,5, in *Giwarten-fiäll* 3°, und in *Carmeaux* 11°,6; von den am *Ural* beobachteten Temperaturen mufs die von *Kisnekejewa* um 1°,2, die übrigen um 0°,8 R. erhöht werden. Jetzt gewinnen die Beobachtungen, nach den oben bezeichneten Meridianen vertheilt, folgende Gestalt.

Erster Meridian von 0°			Zweiter Meridian von 20° östl.		
	Breite.	Bod. Temp		Breite.	Temp.
St. Jago .	15 N.	19,6	*Cairo* . .	30 N.	18,0
Teneriffa .	28½ —	14,4	*Carlscrona* .	56¼ —	6,8
Carmeaux .	43 —	11,6	*Upsala* . .	60 —	5,2
Genf . . .	46 —	10,3	*Umeo* . .	64 —	2,3
Paris . . .	49 —	9,5	*Giwarten-fiäll*	66 —	3,0
Dublin . .	53 —	7,7	- -		
Keswick . .	54½ —	7,4	*Congo*	9 S.	20,0
Edinburg .	56 —	7,0			

Dritter Meridian von 60° östl.	Breite.	Temp.	Vierter Meridian von 80° wstl.	Breite.	Temp.
Kisnekejewa	54½	4,7	*Cumana* . .	10	20,5
Nishney-tagilsk	58	3,1	*Rockfort* .	18	20,9
Werchoturie	59	2,7	*Havannah* .	23	18,8
Bogoslowsk	60	2,3	*Cincinnati* .	39	10,5
			Philadelphia	40	10,2

Man sieht aus diesen Angaben:

1) Dafs die Bodenwärme, so wie die mittlere Wärme der Luft, sich auf demselben Parallel nicht gleich bleibt. Wenn man durch alle Punkte, die dieselbe Bodentemperatur haben, Linien zieht, so ähneln diese Isogeothermen den Isothermen darin, dafs sie dem Aequator nicht parallel laufen, sind aber übrigens von diesen in mehreren Stücken verschieden. Um die Vergleichung dieser beiden Systeme von Linien zu erleichtern, ist die Karte, Taf. II., entworfen worden, in welcher die punktirten Linien die Humboldt'schen Isothermen sind, die vollen Linien aber unsere Isogeothermen.

2) Dafs die Bodenwärme, so wie die mittlere Wärme der Luft, abnimmt, indem die Breite zunimmt, aber auf eine regelmäfsigere Weise. Die Abnahme der Wärme vom Aequator nach den Polen zu geschieht desto rascher, je mehr man sich dem Parallel von 45° nähert; höher hinauf geschieht sie wieder minder rasch. Hieraus läfst sich erklären, warum sie in niedern Breiten niedriger ist, als die mittlere Lufttemperatur, denn es ist bekannt, dafs diese bis 20° Breite sehr wenig abnimmt; die Bodenwärme also, die bis dahin immer fort abnimmt, mufs in diesen Breiten geringer seyn, selbst wenn sie am Aequator eben so grofs war, als die mittlere Wärme der Luft. Bei einer mittleren Breite endlich holt die Bodenwärme die mittlere Wärme der Luft wieder ein, da die erstere nicht so rasch abnimmt, als die letztere. In höheren Breiten endlich schreitet aus demselben Grunde die Bodenwärme der mittleren Wärme der Luft voraus.

3) Man kann die Vertheilung der Bodentemperaturen unter demselben Meridian durch folgende Formel sehr gut ausdrücken:

$$a - b \sin^2 l = t,$$

wo a und b zu bestimmende Constanten, l die Breite, t die Bodentemperatur ist.

Combinirt man im ersten Meridian, zur Bestimmung der Constanten, die Beobachtungen von *Paris* und *Edinburg*, so hat man:

$$a - b \sin^2 56° = 7°,0$$
$$a - b \sin^2 49° = 9°,5,$$

woraus:

$$a = 21,3 \qquad b = 20,9.$$

Folgende Tabelle giebt die Vergleichung der berechneten und beobachteten Werthe:

	Berechnet.	Beobachtet.
Aequator	21,3 R.	
Teneriffa	16,5	14,4
St. Jago	19,9	19,6
Carmeaux	11,6	11,6
Genf	10,4	10,3
Paris	9,5	9,5
Dublin	7,8	7,7
Keswick	7,4	7,4
Edinburg	7,0	7,0
Pol	+ 0,4	

Die Beobachtung von *Teneriffa* weicht sehr ab; diese Insel liegt aber sehr westlich, und folglich nicht eigentlich unter dem ersten Meridian.

Eben so hat man für den zweiten Meridian, wenn man nur die Beobachtungen von *Cairo* und *Upsala* benutzt:

$$a = 24,4 \qquad b = 25,6.$$

Diese Werthe geben folgende Tabelle:

	Berechnet.	Beobachtet.
Aequator . .	24,4	
Cairo . . .	18,0	18,0
Berlin . . .	8,3	8,1
Carlscrona . .	6,7	6,8
Upsala . . .	5,2	5,2
Umeo . . .	3,7	2,3
Giwartenfiäll .	3,0	3,0
Pol	—1,2	

Für den dritten Meridian findet man aus den Beobachtungen von *Kisnekejewa* und *Bogoslowsk:*

$a = 22,9 \qquad b = 27,5.$

demnach:

	Berechnet.	Beobachtet.
Aequator . .	22,9	
Kisnekejewa .	4,7	4,7
Nishney-tagilsk	3,1	3,1
Werchoturie .	2,7	2,7
Bogoslowsk .	2,3	2,3*)
Pol	— 4,6	

Endlich für den vierten Meridian, aus den Beobachtungen von *Rockfort* und *Philadelphia:*

$a = 24,0 \qquad b = 33,7,$

und hieraus:

	Berechnet.	Beobachtet.
Aequator . .	24,0	—
Rockfort . .	20,9	20,9
Havannah . .	18,8	18,8
Cincinnati . .	10,5	10,5
Philadelphia .	10,2	10,2
Pol	— 9,7	—

Das für *Cumana* berechnete Resultat weicht von dem beobachteten sehr ab, aber *Cumana* liegt auch be-

*) Eine so grofse Uebereinstimmung der beobachteten und berechneten Resultate ist wohl nur dem Zufall zuzuschreiben.

deutend östlicher; es ist hier wie bei *Teneriffa.* So ist es auch mit *Königsberg*, im zweiten Meridian, dessen Bodentemperatur die Beobachtung einen ganzen Grad niedriger giebt, als die Rechnung; hier scheint eine locale Ursache die Bodentemperatur, so wie die Lufttemperatur zu erniedrigen; in *Königsberg* ist die Lufttemperatur 5°, in Mitau, fast 2° nördlicher und etwas östlicher, ist sie höher, nämlich 5°,6 R., nach sehr sorgfältigen 4jährigen, von Hrn. Prof. Pauker in Mitau angestellten Beobachtungen. — Auch die Beobachtung von *Umeo* paſst nicht zur Rechnung.

Nach den gegebenen Formeln läſst sich leicht die Bodentemperatur für jeden Breitengrad, unter einem von den Meridianen, für welche die Formeln berechnet sind, finden. Es ist leicht einzusehen, wie man ebenfalls für die genannten Meridiane die Punkte finden kann, in welchen die Temperatur 5, 10, 15 u. s. w. Grade beträgt; Linien, durch diese Punkte gelegt, sind die Isogeothermen, von denen schon oben die Rede war. Die Karte, Taf. I., ist nach diesen Principien entworfen. In der That, wenn man in der Formel

$$a - b \sin^2 l = t$$

die Breite l eliminirt, so bekommt man, nach den gehörigen Reductionen:

$$\cos^2 l = 1 - 2\frac{a-t}{b},$$

nach welcher Formel man leicht die Breiten finden kann, welche gewissen Temperaturen entsprechen. Man findet so:

Temperatur.	Breite im 1. Meridian Länge v. *Paris* = 0°.	im 2. Meridian Länge = 20° östlich.	im 3. Meridian Länge = 60° östlich.	im 4. Meridian Länge = 80° westlich.
0°	—	77° 30′	65° 52′	57° 32′
5	62° 2′	60 31	53 47	48 40
10	47 20	48 36	43 14	40 8
15	33 18	37 18	32 25	31 7
20	14 27	24 30	18 57	19 44

Da *Cumana* und *Teneriffa* eine bedeutend niedrigere Bodentemperatur besitzen, als die Punkte im Innern von Südamerica und Africa, die auf denselben Parallelen liegen, so müssen die Isogeothermen hier, d. h. im Ocean zwischen Africa und America, eine bedeutende Inflexion nach Süden haben, welche auch auf der Karte angezeigt ist.

Ich habe die Vertheilung der Bodenwärme auf der Oberfläche der Erde (oder vielmehr in einer Tiefe von 25 Meter) als ein allgemeines Naturgesetz darzustellen gesucht, und sie nicht, wie man bisher gethan, aus der mittlern Temperatur der Luft, mit Hinzuziehung localer Umstände, abgeleitet. Hr. v. Buch hat in der angeführten Abhandlung wahrscheinlich zu machen gesucht, daſs die Unterschiede der Bodentemperatur und der mittlern Temperatur der Luft durch die Erkältung oder Erwärmung der untern Erdschichten von den sich nach der Tiefe ziehenden Wässern bedingt werde. Obgleich dieſs nun allerdings von Einfluſs auf die Bodentemperatur seyn kann, so stellen sich doch mancherlei Betrachtungen gegen diese Annahme. Es ist nicht erwiesen, daſs das System der unterirdischen Wässer, zu welchen auch die Quellen gehören, in einer unmittelbaren Abhängigkeit von dem der Atmosphärwasser steht. Der herabgefallene Regen zieht sich nur in eine geringe Tiefe in den Boden, besonders wenn dieser aus Fels besteht, und wird gröſstentheils im Vegetationsproceſs verbraucht, oder ver-

dunstet, oder sammelt sich in den Bächen und Flüssen. In *Bogoslowsk*, wo den gröfsten Theil des Jahres hindurch die Oberfläche der Erde mit Schnee bedeckt ist, und deshalb kein Wasser sich in die Tiefe ziehen kann, ist doch die Menge des Wassers in den Bergwerken im Sommer und Herbst nicht gröfser als im Winter, und vermehrt sich nur im Frühjahr, wenn der Andrang des Atmosphärwassers durch die plötzliche Schmelzung des Schnees und das Austreten der Flüsse sehr bedeutend wird. Wie sollte in höheren Breiten, wo Quellen fast das ganze Jahr hindurch unter einer Schneedecke hervordringen, die geringe Menge Wasser, die im Sommer durch Schmelzung des Schnees und durch Regen in die Oberfläche der Erde dringt, die Temperatur der unterirdischen Wässer für's ganze Jahr um so viel Grade erhöhen?

An gewissen Stellen, z. B. in morastigen Gegenden, ist allerdings die Mischung der Atmosphärwasser mit den Quellwassern deutlich; ferner, wenn ein lockerer von den Sonnenstrahlen erhitzter Sand die Wässer, ja selbst die heifse Luft der Oberfläche, nicht hinlänglich abhält, wie in den Wüsten Aegyptens, deren Quellentemperatur dadurch sehr erhöht wird *); aber solche Beobachtungen sind in den obigen Rechnungen ausgeschlossen worden.

So gut auch die Formel $a - b \sin^2 l = t$ die Beobachtungen ausdrückt, so mufs man doch nicht vergessen, dafs es nur eine Annäherungsformel ist, und dafs sie für Punkte, die von den Beobachtungsorten zu weit entfernt sind, falsche Resultate geben kann. Zu diesen Punkten gehört der Pol, für den alle vier Gleichungen denselben Werth geben müfsten, was aber nicht der Fall ist. Es ist erlaubt anzunehmen, dafs in der Nähe des Pols sich Minima der Bodentemperatur befinden, welches jene Formel nicht anzeigen konnte, da sie bei $l = 0$ ihren gröfs-

*) Brunnen bei der grofsen Pyramide 25° R.

ten, bei $l=90^\circ$ ihren kleinsten Werth hat. Da die Isogeotherme von 0° sich unter dem ersten Meridian dem Nordpole sehr nähert, ja, wenn man auch hier noch der Formel trauen darf, denselben erreicht, so hat der Raum, der von der ganzen Isogeotherme 0° eingeschlossen wird, hier einen starken Einschnitt, und scheint gewissermafsen zwei Portionen zu bilden, deren Mittelpunkte als zwei besondere Kältepole anzusehen sind. Der eine von diesen Punkten liegt wahrscheinlich in Nordamerica, der andere im Norden von Sibirien. Leider mangeln uns Beobachtungen aus jenen Gegenden. Die Temperatur an diesen Kältepolen mag nicht viel unter Null gehen.

Was die Temperaturen am Aequator betrifft, so sieht man, dafs diejenigen Punkte, die auf meerbespülte Küsten oder Inseln fallen, eine niedrigere Temperatur haben, als diejenigen, die sich mitten in einem grofsen Continente befinden. Der wärmste Punkt des Aequators befindet sich im Innern von Africa; im Norden dieses Punktes, wenigstens in Breiten, die nicht über 50° gehen, haben die Isogeothermen eine starke Beugung nach Norden. Derjenige Punkt, der in den von grofsen Continenten eingeschlossenen Ocean in 60° östlicher Länge fällt, hat schon eine von $1^\circ \frac{1}{2}$ niedrigere Temperatur. Diejenigen Punkte endlich, die den an der Westküste von Africa (*Teneriffa*) und Ostküste von Amerika (*Cumana*) *) angestellten Beobachtungen zunächst liegen, besitzen fast dieselbe niedrigere Temperatur, so dafs man vermuthen kann, der kälteste Punkt des Aequators, zwischen 80° westlicher und 60° östlicher Länge, liege im grofsen Ocean zwischen der Westküste von Africa und der Ostküste von America; von hier aber nimmt die Bodentemperatur nach Osten und nach Westen rasch zu. Uebrigens gilt von den für den Aequator berechneten Temperaturen dasselbe, was wir schon für die Pole be-

*) Combinirt man die Beobachtungen von *Philadelphia* und *Cumana*, so findet man nur 21,3 für die Temperatur am Aequator.

merkt haben, nämlich dafs die Formeln vielleicht nicht ganz bis zu demselben hin richtig sind. Was eine gröfsere Bodenwärme in den niedern Breiten des zweiten Meridians hervorgebracht haben mag, darüber ist schwer eine Vermuthung aufzustellen. Der Umstand, dafs in Africa der Aequator durch ein breites, von Sandwüsten bedecktes Land streicht, kann Ursache dieser Erscheinung seyn; wie diefs aber auf die höheren Breiten noch von Einflufs seyn könne, ist schwer zu begreifen. Wenn man bedenkt, dafs unter diesem Meridian zwei thätige Vulcane liegen (der *Vesuv* und *Aetna*), dafs Deutschland von Basalt und andern vulcanischen Gebirgsarten übersäet ist; dafs eine Menge mehr oder weniger warme Quellen von der hohen Temperatur des Innern zeugen; dafs endlich in den Tyroler Alpen überall Porphyr- und Augitfels hervordringt, denen selbst, nach der neuern Ansicht, diese ungeheuern Massen ihre Erhebung verdanken; so ist es wohl natürlicher anzunehmen, dafs eben dieses Vorhandenseyn von geschmolzenen vulcanischen Materien, die sich vielleicht in geringer Tiefe unter der Oberfläche des ganzen Landstrichs befinden, die gröfsere Wärme des Bodens bedingen.

Südlich vom Aequator besitzen wir nur eine Beobachtung, nämlich die von *Congo*, unter dem zweiten Meridiane; und wenn eine einzige Beobachtung uns zu irgend einem Schlusse berechtigen kann. so deutet sie an, dafs die wärmste Isogeotherme (oder der Isogeothermen-Aequator) nicht mit dem Erd-Aequator zusammenfällt. Man braucht nur auf der Karte die Distanz, die zwischen der Isogeotherme von 20° und dem Punkte in *Congo*, wo die Bodentemperatur auch 20° beträgt, zu halbiren, um einen Punkt zu finden, durch welchen der Isogeothermen-Aequator gehen mufs. Ich habe die wahrscheinliche Richtung dieser Linie auf der Karte angedeutet. Wenn diese Linie, wie es wahrscheinlich ist, der Isogeotherme von 20° parallel läuft, so ist die Tempe-

ratur auf derselben unter dem ersten Meridian gröfser, unter dem zweiten kleiner, unter dem dritten und vierten ebenfalls kleiner, als die für den Erd-Aequator berechnete Temperatur; die Temperaturen sind also auf dem Isogeothermen-Aequator gleichmäfsiger vertheilt, als sie es seyn würden, wenn diese Linie mit dem Erd-Aequator zusammenfiele, und entfernen sich nirgends sehr von 22°, d. h. von der mittleren Temperatur der Luft in diesen Gegenden.

Die Temperatur des Bodens steht mit andern Erscheinungen, die uns die Natur im Grofsen darbietet, in mannigfaltiger Beziehung; ich will hier nur einige derselben andeuten, um zu zeigen, wie fruchtbar diese Betrachtungen mit der Zeit werden können. Dafs in höheren Breiten mehrjährige tiefwurzelnde Gewächse, Bäume und Sträucher nur deshalb gedeihen können, weil die Temperatur des Bodens die mittlere Temperatur der Luft übertrifft, darauf hat schon Wahlenberg aufmerksam gemacht. In diesen Breiten scheinen die Perioden der Vegetation sich eben so sehr nach den Perioden der Bodentemperatur zu richten, als nach denjenigen der mittleren Lufttemperatur; eine Bemerkung, die ich auf meiner Ausflucht nach dem nördlichen *Ural* oft zu machen Gelegenheit hatte. In Mittel-Rufsland tritt die Vegetation später ein, als in Deutschland, aber die Ernte fällt ungefähr in dieselbe Zeit, d. h. in den Monat July; wenn man aber, in nördlicher Richtung fortgehend, über die Punkte hinaus ist, wo die mittlere Lufttemperatur Null ist, so verspäten auch die Ernten, und fallen erst in den August, endlich, ehe der Kornbau ganz verschwindet, in den Anfang Septembers; diese Epoche, die sonst mit dem Maximum der Lufttemperatur zusammenfällt, nähert sich also in höhern Breiten dem Zeitpunkt, wo die Bodentemperatur ihren höchsten Werth erreicht.

Noch verdient die Beziehung, in welcher der Lauf der nördlichsten Isogeothermen zu den Grenzen des Polar-

eises zu stehen scheint, unsere Aufmerksamkeit. Diese Grenzen sind auf der beiliegenden Karte nach Scoresby's interessanter Schrift über das Polareis entworfen worden *). Der erste Anblick der Karte belehrt uns, dafs die Isogeotherme von 0° sich etwas südlich von der Grenze des Polareises hinzieht, ausgenommen bei Grönland: von diesem Lande wissen wir aber, dafs es früher nicht so sehr von Eis umlagert war, als jetzt. Auch kann die Bodentemperatur nur auf solche Eismassen wirken, die bis auf eine gewisse Tiefe hinabgehen, was bei denjenigen, die sich auf festem Lande befinden, nicht der Fall ist: und hieraus ist die Wirkung eines Festlandes, wie Grönland, auf die Begrenzung des Polareises, leicht zu erklären. Das Treiben des Eises im Osten von Grönland nach Südwest, welches Scoresby so gut beobachtet hat, deutet auch kältere Punkte im Norden von America an, und insbesondere von Grönland; wenigstens weifs ich nicht, wie man diese mit unsern gewöhnlichen Begriffen von der Vertheilung der Temperaturen auf dem Erdboden so sehr im Widerspruch stehende Erscheinung anders erklären wollte. Es ist klar, dafs wenn der kälteste Punkt des Polarmeeres sich gerade am Pol befindet, die kalten Wässer sich in der Tiefe des Meeres von Nord nach Süd, die wärmeren dagegen auf der Oberfläche desselben von Süd nach Nord bewegen müssen; diese Strömungen würden durch die Rotation der Erde, die erste in eine südwestliche, die zweite in eine nordöstliche verwandelt werden; da es nun die oberflächlichen Wässer sind, welche das Treiben des Eises bedingen, so müfste dasselbe nach NO. geschehen, d. h. in der entgegengesetzten Richtung, als es wirklich geschieht. Wenn aber der kälteste Punkt dieser Gegenden sich in einiger Entfernung südlich vom Pol befindet, so mufs

*) Ein Auszug findet sich in den: *Nouvelles Annales des voyages, publiées par M. M. Eyriès, Larenaudière et Klaproth, août* 1827.

die oberflächliche Strömung eine südliche Richtung nehmen, oder vielmehr eine südwestliche, wegen der Rotation der Erde.

Man wird, glaube ich, in Zukunft mehr Beziehungen zwischen dem Phänomen der Meeresströmungen und der Vertheilung der Bodentemperaturen finden; von vorzüglichem Einfluſs aber möchte wohl die letztere auf die Vertheilung der Intensitäten des Erdmagnetismus seyn. Ich habe in einer frühern Abhandlung glaublich zu machen gesucht, daſs der Magnetismus der Erde seinen Sitz in der Oberfläche derselben habe; ist dieſs wirklich so, so muſs allerdings die Vertheilung der Bodenwärme die Vertheilung der magnetischen Intensitäten modificiren. Wir haben hier aber die Wahl zwischen zwei Hypothesen; entweder ist die Erde als ein selbständiger Magnet zu betrachten, und dann nimmt die Intensität seiner magnetischen Kraft mit zunehmender Wärme ab; oder sie empfängt ihre Kraft von auſsen, und ist gewissermaſsen ein Stück weiches Eisen, das durch einen entfernten Körper in den magnetischen Zustand versetzt ist, und dann nimmt die magnetische Kraft mit der Wärme zu. Obgleich die erste dieser Hypothesen bisher die allgemein angenommene gewesen ist, so bekommt doch die zweite durch die neuentdeckten magnetischen Wirkungen des Sonnenlichts, und die Abhängigkeit, in welcher die täglichen Veränderungen der Abweichung vom Lauf der Sonne stehen, einige Wahrscheinlichkeit. Wir werden gleich sehen, daſs die Kenntnisse, die wir über die Vertheilung der Bodentemperaturen erlangt haben, uns ein Mittel an die Hand geben, mit gröſserer Gewiſsheit über diese Frage zu entscheiden.

Man denke sich erst die Erdkugel als eine heiſse, des Magnetismus höchst fähige Masse, deren Oberfläche eine fast gleichförmige Temperatur besitzt, durch die Wirkung eines entfernten Himmelskörpers (der Sonne) in den magnetischen Zustand versetzt. Es ist klar, daſs die Vertheilung

lung

lung des Magnetes nur in einem solchen Körper eine grofse Regelmäfsigkeit zeigen wird, und die Linien gleicher Neigung werden mit den Linien gleicher Intensität zusammenfallen. Wenn sich aber nach und nach Unterschiede unter den Temperaturen der Oberfläche einstellen, so ist klar, dafs die Linien gleicher Intensität insbesondere sich ändern, und sich in einigen Punkten von den Linien gleicher Neigung entfernen werden. Wenn eine Linie gleicher Neigung durch mehrere Punkte geht, die eine gleiche Bodentemperatur haben, so wird in allen diesen Punkten die Intensität der magnetischen Kraft auch dieselbe seyn; in allen Punkten derselben Linie aber, wo die Bodentemperatur höher oder niedriger ist, wird (wenn die zweite Hypothese die richtige ist) die Intensität gröfser oder geringer seyn. Dies scheint wirklich so zu seyn; und wenn künftige Beobachtungen die Zahl der bis jetzt gesammelten vermehren, so kann man diesen Umstand als einen kräftigen Beweis für die zweite Hypothese ansehen.

Aus Hansteen's Karte (der Neigungslinien und isodynamischen Linien für die ganze magnetische Kraft für 1825, ferner aus der Karte der isodynamischen Linien, die seiner Abhandlung in Poggendorff's Annalen, B. IX., angehängt ist) sieht man, dafs die Neigungslinien und isodynamischen Linien in Schottland einander ziemlich parallel laufen, in Osten aber, in Norwegen und Schweden, werfen die letztern sich nach Norden, und durchschneiden die ersteren: auf derselben Neigungslinie ist also im Osten die Intensität geringer, als im Westen, und dasselbe gilt von der Bodenwärme. Edinburg z. B. hat ungefähr dieselbe Neigung, als Stockholm; in Edinburg ist die Intensität 1,400, die Bodentemperatur 7°; in Stockholm die erstere 1,386, die letztere 5°,2. Eben so ist es mit Paris und Kasan, deren Neigungen auch nur wenig von einander abweichen: in Paris ist die Intensität 1,348, die Bodentemperatur 9°,2; in Kasan die erstere

etwa 1,320, die letztere 5°. Ferner in Teneriffa und Neapel: in Teneriffa ist die Intensität 1,298, die Bodentemperatur 14°,$\frac{1}{2}$; in Neapel die erstere 1,275, die letztere etwa 13°.

Man sieht jetzt auch leicht ein, warum der Pol der Intensitäten südlicher fällt, als der Pol der Neigungen. Da die Bodentemperatur nach Norden hin abnimmt, so gehen die dem Neigungspole zunächst liegenden Linien gleicher Neigung im Norden desselben durch kältere Punkte, als im Süden; in jenen kälteren Punkten muſs aber, nach den obigen Prinzipien, die Intensität geringer seyn, als in diesen wärmeren; man muſs also den Pol der Intensitäten, d. h. den Punkt, wo die Intensitäten ihr Maximum erreichen, im Süden vom Neigungspol suchen, wo er sich, nach den neuesten von Hansteen berechneten Beobachtungen, denn auch wirklich befindet. Es liegt nämlich der Neigungswinkel unter 71° Breite und 102° Länge, der Intensitätenpol unter 56° Breite und 80° Länge westlich von Paris.

II. *Ueber das Magnium.*

Im vorigen Bande dieser Annalen S. 181. wurde berichtet, daſs es Hrn. Bussy gelungen sey, durch Behandlung von Chlormagnium mit Kalium und Wasser, Magnium isolirt darzustellen. Wiewohl ich mir damals keine Zweifel an der Richtigkeit dieser Angabe erlaubte, so wird sie doch nothwendig durch einige neuere Versuche von Trommsdorff (dessen N. Journ., Band 17. St. 2. S. 57.) verdächtig gemacht, da aus diesen, in Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen von H. Davy (dieser Annal. Bd. 32. S. 373 u. 383.) hervorgeht, daſs das Magnium zu den das Wasser zersetzenden Metallen gehört, sich also nicht auf gleiche Art, wie das Aluminium, Beryllium und Yttrium (dies. Annal. Bd. 87. S. 146 und Bd. 89. S. 577.) darstellen läſst. (P.)

III. *Ueber den glasigen Feldspath; von Gustav Rose*).*

In einer frühern Abhandlung**) suchte ich zu beweisen, dafs man bisher zu dem Feldspath mehrere Mineralien gerechnet habe, die zwar in ihrer Krystallform, Härte, ihrem specifischem Gewichte, und überhaupt in ihrem äufsern Ansehen eine grofse Aehnlichkeit mit demselben haben, jedoch in allen diesen Karakteren bestimmt von dem Feldspath verschieden sind, und besondere Mineralspecies bilden. Diese Species, die ich von dem Feldspath trennte, waren der Albit, der Labrador und der Anorthit. Sie verhalten sich auch in chemischer Hinsicht verschieden, denn während der Feldspath eine Verbindung von kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Kali ist, enthält der Albit, statt des Kalis, Natron, der Labrador Natron und Kalk, und der Anorthit Kali und Kalk***). Die Krystalle sind bei allen diesen Species geschobene vierseitige Prismen *T* (Fig. 2. Taf. III.), deren stumpfer Seitenkantenwinkel etwa 120° beträgt, die scharfe Seitenkante findet sich in der Regel durch die Flächen *M* gerad abgestumpft, an den Enden findet sich auf der vordern Seite die schiefe Endfläche *P*, die gegen die stumpfe Seitenkante geneigt ist, auf der hintern eine ähnlich ge-

*) Diese Abhandlung ist nur als ein Theil einer vollständigeren Arbeit über den Feldspath und die verwandten Species anzusehen, die wegen einer anzutretenden Reise für einige Zeit unterbrochen werden mufste, indefs, sobald es meine Zeit erlaubt, wieder fortgesetzt werden soll.

**) Gilbert's Annalen der Physik, 1823, B 73. S. 173.

***) In der genannten Abhandlung führte ich beim Anorthit kein Kali und etwas Talkerde an, ich fand aber später (Poggendorff's Annalen, B. 11. S. 470.), dafs er gegen 2 Procent Kali enthält; und werde, sobald es meine Zeit erlaubt, die Analyse wiederholen.

gen die Axe geneigte Fläche *x*, und unter dieser noch eine andere schiefer geneigte *y*. Bei den Flächen *P* und *x* kommen noch zu beiden Seiten die Flächen *n* und *o* vor, die den schiefen Diagonalen dieser Flächen parallel sind, und also die Kanten zwischen *P* und *M*, und *x* und *M* abstumpfen. Sie sind in ihrer Lage noch dadurch bestimmt, daſs beide, *n* und *o*, die Fläche *y* in Kanten schneiden, die der gegenüber liegenden Kante von *y* und *T* parallel sind (Fig. 4. und 5.), und auſserdem *o* noch die Abstumpfungsfläche der schärferen Kante von *P* und *T* ist (Fig. 3. Taf. III.).

Wenn gleich aber auch das Ansehn der Krystalle bei dem Feldspath und den übrigen Gattungen sehr ähnlich ist, und die entsprechenden Flächen in allen diesen Species wiederkehren; so unterscheiden sie sich unter einander doch durch Verschiedenheiten in den Winkeln der entsprechenden Flächen, die zwar oft klein, aber dennoch ganz bestimmt sind; und auſserdem ist der Feldspath von den übrigen Species noch durch ein ganz andres Symmetriegesetz ausgezeichnet, das wesentlich von dem der übrigen Species verschieden ist. Bei dem Feldspath ist nämlich das geschobene Prisma *T* symmetrisch, die Fläche *M* (Fig. 2.) gegen die vordere und hintere Seitenfläche *T*, die Fläche *P* gegen beide vordern Seitenflächen gleich geneigt. Eben so sind die hintern Flächen *x* und *y* gegen die hintern Seitenflächen gleich geneigt, und alle drei Flächen, *P*, *x*, *y*, machen mit *M* rechte Winkel. Bei den übrigen Species machen die Flächen *P*, wie auch *x* und *y*, mit *M* etwas schiefe Winkel; die erstern Flächen sind also gegen die vordern, oder gegen die hintern Seitenflächen verschieden geneigt, die Fläche *M* macht einen andern Winkel mit dem vordern *T*, wie mit dem hintern *T*; und diese beiden Seitenflächen selbst sind daher unter einander verschieden. Der Feldspath gehört also zu derselben Klasse von Krystallformen, wozu die Hornblende, der Augit gehört; während der Albit, Labra-

dor und Anorthit mit dem Kupfervitriol und Axinit in eine Klasse zu rechnen ist.

Da man nun in den Winkeln ein sicheres Kennzeichen hatte, die vom Feldspath verschiedenen Species zu unterscheiden, so war es bei der grofsen Aehnlichkeit aller übrigen Karaktere für die richtige Erkennung und Unterscheidung dieser Species von grofser Wichtigkeit, die Winkel mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen. Beim Albit und Anorthit hatte ich auch die Winkel so genau, als es mir damals möglich war, angegeben; bei dem Feldspath hatte ich aus Mangel an guten Krystallen keine vollständigen Messungen anstellen können. Ich führte indefs hier die Winkel an, wie sie Herr Professor Weifs angegeben hat, die, da sie sich auf Beobachtungen an Zwillingskrystallen gründeten, woraus man zum Theil ganz genaue, zum Theil sehr annähernde Werthe für die Winkel abzuleiten vermag, von der Wahrheit nicht sehr abweichen konnten. Zur Vergleichung mit dem Folgenden will ich die Bezeichnungen der Flächen und die Winkel, wie sie Herr Prof. Weifs beim Feldspath angegeben hat, hier anführen. Die erstern sind übrigens aus dem angegebenen Parallelismus der Kanten abgeleitet, unter der Voraussetzung, dafs das Prisma T des Feldspaths symmetrisch, und die Flächen P und x gegen die Axe gleich geneigt sind.

Bezeichnung der hauptsächlichsten Flächen des Feldspaths:

$T = (a : b : c)$
$M = (\infty a : b : \infty c)$
$z = (3a : b : \infty c)$
$P = (a : \infty b : c)$
$x = (a' : \infty b : c)$
$y = (a' : \infty b : 3c)$
$n = (a : \frac{1}{4} b : c)$
$o = (a' : \frac{1}{2} b : c)$

Hauptsächlichste Winkel des Feldspaths nach Herrn Prof. Weiſs:

Die Neigung von	T	gegen	$T = 120°$
- - -	T	-	$M = 120°$
- - -	T	-	$z = 150°$
- - -	P	-	$M = 90°$
- - -	P	-	$T = 112°\ 1'$
- - -	P	-	$\frac{T}{T} = 115°\ 40'$
- - -	x	-	$T = 112°\ 1'$
- - -	x	-	$\frac{T}{T} = 115°\ 40'$
- - -	y	-	$T \doteq 135°\ 21'$
- -	y	-	$\frac{T}{T} = 145°\ 15'$
- - -	P	-	$n = 135°$
- - -	n	-	$n = 90°$
- - -	x	-	$o = 153°\ 26'$
- - -	o	-	$o = 126°\ 52'$
- - -	P	-	$o = 133°\ 59'$

Einige Messungen, die ich an dem glasigen Feldspath vom Vesuv anstellte, zeigten, daſs die Resultate nicht sehr von denen des Herrn Prof. Weiſs abwichen. So fand ich die Neigung von T gegen T 119° 18', die von P gegen T 112° $14\frac{1}{2}'$.

Gleich nach dem Erscheinen meiner Abhandlung machte Breithaupt *) einige Winkel beim Feldspath bekannt, die mit dem Reflexionsgoniometer gemessen waren. Das geschobene Prisma T war nach seinen Messungen auch beim Feldspath unsymmetrisch, die Abstumpfungsfläche der scharfen Seitenkante gegen die eine Seitenfläche anders geneigt, wie gegen die andre, die Spaltungsflächen schiefwinklich. Die Winkel, die Breithaupt angiebt, sind folgende:

*) Vollständige Karakteristik des Mineralsystems von Breithaupt. S. 67.

Die Neigung von	$T:l$ *) (oder l?) =	119° 22′
- - -	$M:T$ (oder T?) =	119 52
- - -	$M:l$ =	120 46
- - -	$P:M$ =	90 6
- - -	$P:T$ =	112 18

Breithaupt führt nicht an, von welchem Fundort die Krystalle sind, mit denen er seine Messungen angestellt hat. In einer spätern Abhandlung **) bestimmte er die Neigung von *P* gegen *M* zu 90° 14′, er hatte die Messungen an einem grünen Amazonenstein aus Grönland angestellt, welcher indeſs wahrscheinlich eine von dem Feldspath eben so verschiedene Species ist, als der Albit.

Darauf machte Mohs in seinem Grundriſs der Mineralogie ***) einige Messungen beim Feldspath bekannt; er fand die Neigung der Flächen *o* gegen einander 126° 12′, und die der Seitenflächen *T* gegen einander 118° 52′, und berechnete danach die übrigen Winkel, indem er von denselben Voraussetzungen ausging, wie Hr. Professor Weiſs.

Die vollständigste Untersuchung über die Winkel des Feldspaths stellte aber neuerdings Kupffer †) an. Er überzeugte sich durch Messungen, daſs die Seitenflächen *T* symmetrisch sind, und der Feldspath das Symmetriegesetz der Hornblende hat, fand aber, daſs die hintere schiefe Endfläche *x* eine etwas verschiedene, und zwar eine etwas stumpfere Neigung gegen die Axe besitzt, wie die vordere *P*. Nach Kupffer beträgt die Neigung von *P* gegen die Axe 63° 53′, die von *x* gegen die Axe 65° 47,3. Diese Beobachtung macht in den Bezeichnungen

*) Welches die beiden unter einander verschiedenan Seitenflächen sind.

**) Poggendorff's Annalen, Bd. VIII. S. 235.

***) Bd. II. S. 288.

†) Poggendorff's Annalen, Bd. XIII. S. 209.

der Flächen, wie sie Hr. Prof. Weifs angegeben hat, nur in so fern eine Aenderung, als man sie nun nicht mehr auf rechtwinkliche Axen beziehen kann, sondern genöthigt ist, anzunehmen, dafs die verticale Axe *c* unter einem Winkel, der nach Kupffer's Berechnung 88° 50,2' beträgt, gegen die nach vorn herabwärts geneigte Axe *a* geneigt sey. Die hauptsächlichsten Winkel, die Kupffer beim Feldspath angiebt, sind folgende:

Die Neigung von	*T*	gegen	*T* = ×118°	48,6'
- - -	*T*	-	*M* = 120	35,7'
- - -	*z*	-	*z* = 58	49,4
- - -	*P*	-	*M* = 90	
- - -	*P*	-	*T* = ×112	16,0
- - -	*P*	-	$\frac{T}{T}$ = 116	7
- - -	*x*	-	*T* = ×110	40,3
- - -	*x*	-	$\frac{T}{T}$ = 114	12,7
- - -	*P*	-	*x* = 129	40,3
- - -	*y*	-	*T* = 134	19,2
- - -	*y*	-	$\frac{T}{T}$ = 144	15,5
- - -	*P*	-	*n* = 135	3,4
- - -	*n*	-	*n* = 90	6,9
- - -	*x*	-	*o* = 153	7,2
- - -	*o*	-	*o* = 126	14,4
- - -	*P*	-	*o* = 124	42,5
- - -	*y*	-	*o* = 140	32,5
- - -	*o*	-	*n* = 136	15,2.

Die mit × bezeichneten Winkel sind die, welche gemessen, und nach welchen die übrigen berechnet worden sind. Die Neigung von *P* gegen *x* fand Kupffer durch die Messung 129° 40,8, welches Resultat von dem der Berechnung nur um ½ Minute abweicht. Die Messungen wurden übrigens an kleinen Adularkrystallen aus Tyrol angestellt.

Gegen alle diese Bestimmungen der Winkel des

Feldspaths hat indeſs Herr Prof. Weiſs mit Recht eingewandt *), daſs bei ihnen die Neigung der Flächen *n* gegen einander nicht rechtwinklich angegeben würde, da sich dieſs doch nothwendig aus den Zwillings- und Drillingskrystallen des Feldspaths ergäbe, die wie die Bavenoer Krystalle mit den Flächen *n* verbunden sind. Die Bildung dieser Zwillingskrystalle ist bekannt, die Krystalle liegen mit den Flächen *n* an einander, und der eine Krystall hat gegen den andern eine solche Lage, die man erhält, wenn man die einzelnen Krystalle erst in paralleler Stellung mit den Flächen *n* an einander legt, und dann den einen um eine Axe, die rechtwinklich auf dieser Ebene ist, um 180° dreht. Durch die Flächen *P* und *M* entsteht auf diese Weise ein vierseitiges Prisma, dessen horizontale Projection in Fig. 8. Taf. III. dargestellt ist. Diese Prismen sind aber rechtwinklich, wie sich besonders daraus ergiebt, daſs wenn sich an dem zweiten Krystall ein dritter auf dieselbe Weise anlegt, wie der zweite an dem ersten liegt, die Flächen *M* des ersten und die *M''* des dritten Krystalles genau in eine Ebene fallen (Fig. 9. Taf. III.). Wären die Prismen der Zwillinge nicht rechtwinklich, so würde hier ein mehr oder weniger ein- oder ausspringender Winkel entstehen, der aber nicht statt findet. Davon kann man sich an mehreren Krystallen in der Königl. Mineralien-Sammlung in Berlin überzeugen; da sich indeſs in dieser Sammlung ein Zwillingskrystall vom Adular befindet, an welchem sich die neben einander liegenden Flächen *P* (s. Fig. 8.) recht gut messen lieſsen, so wollte ich mich auch durch Messungen von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugen. Ich fand diese Neigung aber von 90° 0,4', also noch um keine halbe Minute, von dem rechten Winkel verschieden, welchen Unterschied man also wohl als durch einen

*) Ueber die Verhältnisse in den Dimensionen der Krystallsysteme von Weiſs, in den Schriften der Akad. der Wiss. zu Berlin, für 1826 bis 27.

Beobachtungsfehler hervorgebracht, ansehn darf. Sind aber bei den Zwillingskrystallen die Flächen *P* gegen einander rechtwinklich geneigt, so folgt daraus nothwendig, dafs auch die Flächen *n* bei den einfachen Krystallen gegen einander rechtwinklich geneigt sind. Da nun Kupffer diese Winkel zu 90° 6,9′ angiebt, so wären hiernach seine Winkel etwas zu berichtigen.

Ich habe mir viele Mühe gegeben, recht genaue Werthe für die Winkel des Adulars zu finden, ich habe eine grofse Zahl von Messungen angestellt, doch fand ich immer bei genauer Untersuchung der gemessenen Krystalle, und bei Vergleichung der gemessenen Winkel unter einander, dafs die Krystalle, die ich gemessen hatte, nicht regelmäfsig genug wären, um entscheidende Resultate zu geben. Im Allgemeinen waren sie nicht viel von den Kupfferschen Messungen verschieden; und ich halte es auch für sehr wahrscheinlich, dafs das Prisma *T* beim Feldspath symmetrisch sei. Sind Abweichungen von der Symmetrie da, so sind sie sehr gering, und erfordern zu ihrer Bestimmung sehr regelmäfsige und vollkommene Krystalle. Diefs Resultat steht zwar in Widerspruch mit Breithaupt's Messungen, doch sieht man aus der Lesung seines Buches, dafs Breithaupt mit der vorgefafsten Meinung, es müsse das Prisma *T* des Feldspaths, gleich wie das des Albits und Anorthits, unsymmetrisch seyn, die Messungen angestellt hat, so dafs er diese also vielleicht nicht genug geprüft hat. Es ist aber beim Feldspath mehr als bei vielen andern Krystallen nöthig, recht vorsichtig in der Wahl der zu messenden Krystalle zu seyn; sie sind äufserst selten zu genauen Bestimmungen geeignet, und man kann nur erst dann von der Regelmäfsigkeit des gemessenen Krystalls überzeugt seyn, wenn man gefunden hat, dafs alle Winkel eines Krystalls übereinstimmen, oder man dieselben Winkel an sehr vielen Krystallen erhalten hat.

Die gleiche Neigung der Flächen *n* beim Feldspath

gegen die Flächen *M* und *P* ist merkwürdig. Die Flächen *n* sind das erste mir bekannte und durch genaue Messungen bestätigte Beispiel einer vollkommen geraden Abstumpfungsfläche einer unsymmetrischen Kante, wie doch die zwischen *P* und *M* ist. Man könnte deshalb wohl geneigt seyn, die Flächen *n* als Seitenflächen zu betrachten, und die Krystalle des Feldspaths in eine nähere Beziehung zum Quadratoctaëder zu setzen. Es giebt indessen Krystalle, die man bis jetzt für Feldspathkrystalle gehalten hat, bei denen die Neigung der Flächen *n* gegeneinander nicht rechtwinklich ist, und die auch in ihren übrigen Winkeln so von dem Feldspath abweichen, dafs man sie für eine besondere Species ansehn mufs. Diefs sind die Krystalle des sogenannten glasigen Feldspaths vom Vesuv und vom Laacher See, und wahrscheinlich von allem glasigen Feldspath. In der Hoffnung, dafs die Krystalle vom Vesuv zu den Feldspathkrystallen gehörten, die die genauesten Winkelbestimmungen zulassen würden, hatte ich mich seit langer Zeit bemüht, gute mefsbare Krystalle zu sammeln. Die hiesige Königliche Sammlung enthielt mehrere sehr gute Krystalle, andere verdanke ich der Güte der Herren Leonhard in Heidelberg und Moricand in Genf; und von den Krystallen vom Laacher See habe ich durch die Herren Sack und Brassert in Bonn mehrere gute Krystalle erhalten.

Die Krystalle des glasigen Feldspath vom Vesuv und vom Laacher See, welche ich zu sehen Gelegenheit hatte, hatten die Fig. 2 bis 8. Taf. III. abgebildeten Formen. Sie zeigen fast alle Flächen, die beim Feldspath vorkommen, und den nämlichen Parallelismus der Kanten. Die scharfe Seitenkante ist gewöhnlich sehr stark abgestumpft, und die Krystalle sind daher tafelartig. Die Enden sind am häufigsten durch *P* begränzt, aufserdem finden sich noch die hintern schiefen Endflächen *x* und *y*, und die Flächen *o* und *n*, die meistens nur schmal sind. Es kommen dieselben Zwillingskrystalle wie beim Feldspath vor, sowohl

diejenigen, die wie die Carlsbader Zwillinge mit den Flächen *M*, als auch diejenigen, welche wie die Bavenoer Zwillinge mit den Flächen *n* zusammenliegen. Von den erstern habe ich Krystalle, Fig. 6 und 7. beobachtet, also sowohl solche, die wie Fig. 6., mit den linken Flächen *M*, als auch solche, die wie Fig. 7. mit den rechten Flächen *M* an einander liegen. Sie sind noch deshalb interessant, weil man an diesen Krystallen deutlich sehen kann, dafs die Kante zwischen o und *M*, und die Fläche *P* nicht gleiche Neigung gegen die Axe haben. Von den letztern Zwillingen habe ich Krystalle wie Fig. 8. beobachtet, die eine horizontale Projection auf einen durch *P* und *M* rechtwinklichen Queerschnitt darstellt.

Ich überzeugte mich durch Messungen, dafs das Prisma *T* symmetrisch sey. Ich fand ferner an den Krystallen des glasigen Feldspaths vom Vesuv:

Die Neigung von *T* gegen $T = 119°\ 21'$
- - - *P* - $T = 112°\ 19'$
- - - *T* - $y = 134°\ 34'$

Diese Winkel sind hinreichend bei dem bekannten Verhältnifs der Flächen gegen einander, die Winkel der übrigen Flächen zu bestimmen. In der folgenden Tabelle sind in der zweiten Spalte die hauptsächlichsten Winkel angeführt, die nach den angegebenen gemessenen berechnet sind, in der dritten die Winkel, welche ich aufserdem noch zur Controlle gemessen habe.

Angabe der Winkel.	Nach der Berechnung.		Nach der Messung.	
Neigung von *T* gegen *M*	120	19,5	120	19,3
- - *z* - *z*	59	21,3		
- - *z* - *T*	150	0,1	150	0,4
- - *P* - *M*	90		89	59,5
- - *P* - $\frac{T}{T}$	116	5,9		
- - *x* - *T*	110	52,3		
- - *x* - $\frac{T}{T}$	114	22,7		

Angabe der Winkel.					Nach der Berechnung.		Nach der Messung.	
Neigung von		*x*	gegen	*P*	129	31,4	129	36,5
-	-	*y*	-	$\frac{T}{T}$	144	23,3		
-	-	*P*	-	*n*	135	16		
-	-	*M*	-	*n*	134	44	134	43
-	-	*n*	-	*n*	90	32		
-	-	*x*	-	*o*	153	19,4	153	19,8
-	-	*o*	-	*o*	126	38,8		
-	-	*P*	-	*o*	124	39,4	124	41,4
-	-	*T*	-	*o*	123	1,6		
-	-	*y*	-	*o*	140	41,4		
-	-	*o*	-	*n*	136	4		

Die Ausdrücke für die Flächen bleiben natürlich bei der gleichen Lage der Kanten wie beim Adular, auch wie bei diesem; nur ist man gezwungen, auch hier anzunehmen, dafs die vordere Axe *a* schiefwinklich gegen die vertikale *c* geneigt sey, und mit derselben einen Winkel von 88° 56′ macht. Nimmt man eine solche primitive Figur an (Fig. 1. Taf. III), die von den Flächen *P* und *T* gebildet, und deren Höhe durch die Fläche *y* bestimmt wird, wenn man sie durch die vordere stumpfe Ecke *O* legt, so würde diese folgende Abmessungen haben: Nennt man die kurze und lange Diagonale eines durch die Seitenflächen *T* rechtwinklich gelegten Querschnitts *d* und *b*, und die Höhe *c*, so verhält sich:

$$d:b:c=1:1,70949:1,88607.$$

Man könnte alsdann nennen, die Fläche

M eine (einfache) Abstumpfungsfläche der scharfen Seitenkante *G*, da sie dieser und der schiefen Diagonale *e* von *P* parallel geht.

z eine halbe Abstumpfungsfläche der scharfen Seitenkante *G*, da sie dieser und der Linie *z* parallel geht, die die Kante *B* in zwei gleiche Theile theilt.

y eine (einfache) Abstumpfungsfläche der scharfen

Ecke *A*, da sie der horizontalen Diagonale *b* der Fläche *P*, und der Diagonale *y* der primitiven Form parallel geht.

x eine halbe Abstumpfungsfläche der scharfen Ecke *A*, da sie derselben Diagonale *b* und der Diagonale *x* einer halb so hohen primitiven Form parallel geht.

n eine (einfache) Abstumpfungsfläche der Seitenecke *E*, da sie der schiefen Diagonale *e* der Fläche *P* und der Diagonale *n* der primitiven Form parallel geht.

o eine halbe Abstumpfungsfläche der Kante *B*, da sie dieser und der Diagonale *o* der Seitenflächen einer halb so grofsen primitiven Form parallel geht.

Man sieht aus der vorhin angeführten Tabelle, dafs die gemessenen Winkel ziemlich gut mit den berechneten stimmen. Es versteht sich von selbst, dafs ich zur Berechnung die Messungen auswählte, die ich für die zuverlässigsten hielt. Ich habe auch noch an den Zwillingskrystallen einige Winkel gemessen. So fand ich an dem Krystall, Fig. 8., die Neigung von *P* gegen $P = 89^\circ 31'$, nach der Berechnung beträgt dieser Winkel aber $89^\circ 28'$; ferner fand ich an dem Krystalle Fig. 6. die Neigung von *P* gegen $P = 127^\circ\ 54',6$ *), die nach der Berechnung $= 127^\circ\ 48',2$ ist.

Man kann hiernach also wohl mit ziemlicher Sicherheit schliefsen, dafs die Verschiedenheiten in den Winkeln zwischen dem glasigen Feldspath vom Vesuv und dem Adular constant sind, und zu der Annahme berechtigen, dafs dieser glasige Feldspath eine vom Adular verschiedene Species sey. Ich habe weiter Messungen angestellt mit den Krystallen des glasigen Feldspaths vom Laacher See, die mit denen vom Vesuv sehr gut übereinstimmten; ich habe auch gesucht, bei den Zwillingen

*) Dieser Winkel stimmt weniger mit der Berechnung, weil die Beschaffenheit der Flächen P des gemessenen Krystalls kein scharfes Resultat zuliefs. Dasselbe gilt von den vorhin angeführten Winkeln von P gegen x und von P gegen o.

der glasigen Feldspathe, die in den Trachyten und Phonolithen vorkommen, die Neigung von *P* des einen Krystalls gegen *P* des andern in den Spaltungsflächen zu messen, die einzige, die sich bei diesen Krystallen nur mit einiger Sicherheit bestimmen läfst; doch habe ich auch dazu keine passenden Krystalle gefunden.

Die meisten übrigen Eigenschaften des glasigen Feldspaths sind bekannt. Die Spaltungsrichtungen sind parallel *P* und *M*; andere parallel den Seitenflächen *T* habe ich, vielleicht nur wegen der Kleinheit der Krystalle, nicht deutlich wahrgenommen. Das specifische Gewicht fand ich bei den Krystallen vom Vesuv 2,553 (Temp. 13° R.); es ist wegen der vielen Sprünge der Stücke, die ich anwandte, wahrscheinlich zu gering. Das spec. Gewicht einzelner derber Stücke vom glasigen Feldspath, die bei Rockeskill, unweit Geroldstein, in dem Eifel auf den Feldern mit vielen andern vulkanischen Produkten vorkommen, und von einer grofsen Klarheit und Durchsichtigkeit sind, fand ich bei derselben Temperatur bei einem Stücke =2,576, bei einem andern 2,579, in Uebereinstimmung mit der Angabe von Breithaupt*), der es bei diesen Stücken =2,582 fand. Herr Prof. Mitscherlich hat diese Stücke auch in optischer Hinsicht untersucht, und Resultate erhalten, die ganz verschieden waren von denen, die er und Brewster beim Adular erhalten haben.

Das Vorkommen des glasigen Feldspaths ist ebenfalls bekannt, er findet sich am Vesuv und am Laacher See in Laven und andern vulkanischen Produkten, auf den Höhlungen derselben in Drusen krystallisirt oder in Krystallen porphyrartig in einer Hauptmasse inliegend. Er kommt auf diese Weise nur in den neusten vulkanischen Produkten vor, oder, da es sehr wahrscheinlich ist, dafs sämmtlicher glasiger Feldspath mit dem vom Vesuv identisch ist, wenigstens nicht in Gebirgsarten, die älter sind, als der Trachyt und Phonolith. Ich habe hiervon Ver-

*) Poggendorff's Annalen, B. VIII. S. 234.

anlassung genommen, für diese neue Species den Namen Ryakolith von ῥύαξ, Lava, und λίθος, Stein, vorgeschlagen.

Gern hätte ich diesen Untersuchungen noch durch eine vollständige chemische Analyse völlige Bestätigung gegeben; doch war ich aus Mangel an Zeit genöthigt, die Anstellung derselben noch aufzuschieben. Ich habe nur noch einige qualitative Versuche gemacht, die aber doch den Unterschied des Feldspaths und des Ryakoliths beweisen. Ich löste eine Quantität fein geriebenen und geschlämmten Pulvers, sowohl von dem Ryakolith vom Vesuv als aus der Eifel, in Flufssäure auf, verjagte die überflüssige Flufssäure durch Schwefelsäure, dampfte die Masse bis zur Trockne ab, glühte sie und löste sie sodann in Wasser auf. Es blieb ein Rückstand von Kieselerde, der filtrirt wurde. In der durchgelaufenen Flüssigkeit gab Ammoniak einen bedeutenden Niederschlag von Thonerde. Die filtrirte Flüssigkeit wurde mit Oxalsäure versetzt, worauf bei dem Ryakolith vom Vesuv ein geringer Niederschlag von oxalsaurem Kalk, bei dem aus der Eifel aber auch nach längerem Stehen der Flüssigkeit und nach dem Erwärmen derselben nicht die geringste Trübung erfolgte. Die Flüssigkeiten wurden nun zur Trockne abgedampft, mit kohlensaurem Ammoniak geglüht und in wenigem Wasser aufgelöst, damit die Salze krystallisiren konnten. Unter diesen konnte ich nur Krystalle von schwefelsaurem Kali erkennen, besonders beim Ryakolith aus der Eifel, doch verwitterte ein Theil der Masse, was bewies, dafs sie auch schwefelsaures Natron enthielt. Mit alkoholischer Platinsolution gab die concentrirte Auflösung der Salze einen gelben Niederschlag, wie Kali, und mit dem Löthrohr geschmolzen, wurde die Flamme sehr stark gelb gefärbt. Ich habe mich nicht deutlicher von der Gegenwart des Natrons überzeugen können, doch halte ich das letzte Kennzeichen für entscheidend genug, um die Gegenwart des Natrons in dem Ryakolith annehmen

men zu können. Ein ähnliches Resultat fand auch Christian Gmelin durch die Analyse des glasigen Feldspaths in dem Phonolith*). Gmelin trennte auf die Weise den glasigen Feldspath im Phonolith von der umgebenden Masse, dafs er den Phonolith pulverisirte und mit Chlorwasserstoffsäure digerirte. Die Masse, welche zum Theil gelatinirt war, wurde mit Wasser gekocht, filtrirt und die Kieselerde aus dem gelatinirenden Gemengtheil des Phonoliths durch Kochen mit basisch kohlensaurem Kali weggenommen. Noch sicherer gelingt die Trennung dadurch, dafs man den Phonolith in Stücken lange Zeit in Schwefelsäure liegen läfst. Nach einigen Monaten ist die ganze Masse in eine dicke Kieselgallerte umgeändert, die mit Wasser verdünnt wird, und aus welcher man die einzelnen Krystalle vom glasigen Feldspath aussuchen kann. Ich habe auf diese Weise schon eine ziemliche Quantität von Krystallen gesammelt.

Noch mufs ich bemerken, dafs unter den Krystallen, die ich als glasigen Feldspath vom Vesuv seit langer Zeit gesammelt hatte, sich zwei befinden, die sich in ihren Winkeln mehr dem Adular nähern. Bei dem einen fand ich die Neigung der Seitenflächen T gegen einander 118° 54′, bei dem zweiten 118° 56′,3, bei beiden die Neigung von P gegen T 112° 12′, bei dem ersten die Neigung von $P:M$ 90° 0′,2. In ihrem Ansehn gleichen sie, durch das Vorherrschen der Flächen M, ganz dem Ryakolith. Dies war ein Umstand, der mich lange irre gemacht hatte. Ich mufs dahin gestellt seyn lassen, ob unter dem Ryakolith vom Vesuv noch andere Species enthalten sind, oder ob ich nur wegen der Aehnlichkeit mit dem Ryakolith diese Krystalle dafür genommen habe, und sie wirklich von einem andern Fundorte sind.

*) Naturwiss. Abhandl. einer Gesellschaft in Würtemberg. Bd. II. S. 133. — Poggendorff's Annal. XIV. S. 357.

IV. *Einige nachträgliche Beobachtungen über das Iridium und das Osmium;*
von J. J. Berzelius.

(Aus den K. Vetensk. Acad. Handling. Ein Nachtrag zu der Abhandlung im Bd. XIII. S. 435 und 527 dies. Annal.)

Der Rückstand von der Auflösung der Platinerze in Königswasser, enthält eine Menge in Königswasser unlöslicher, mehr oder weniger abgerundeter Körner von unebener und rauher Oberfläche. Diese gleichen nicht den glänzenden, silberweifsen, krystallinischen Blättchen von Osmium-Iridium, welche in einigen uralischen Platinerzen, z. B. in dem von Ekaterinenburg, Slatoust und Kischene befindlich sind, und obgleich sie Osmium enthalten, so scheinen sie doch daran weniger reich zu seyn, als das krystallinische Osmium-Iridium. Das specifische Gewicht dieser Körner, nachdem mit Königswasser alles darin Lösliche ausgezogen, und alles fein Vertheilte abgeschlämmt worden war, fand ich = 15,78; wogegen es bei dem glänzenden krystallinischen Osmium-Iridium, wie ich gefunden, bis 18,644 geht. Es war eigentlich das letztere, mit dem meine früher bekannt gemachten Versuche angestellt wurden. Späterhin erhielt ich aus Petersburg einen Rückstand von der Auflösung des Platins in Königswasser, aus welchem ich etwas mehr als 100 Gramm. von diesen runden Körnern abscheiden konnte. Ich habe dieselben zerlegt, weniger in der Absicht, die Zusammensetzung derselben genau zu bestimmen, als um eine hinlängliche Menge von diesen zuvor so seltenen Metallen zum fortgesetzten Studium ihrer Eigenschaften zu bekommen. Ich habe jedoch zu finden geglaubt, dafs sie bedeutend weniger Osmium als die krystallinischen und schweren gaben. Bei Behandlung dieser Körner erhält man überdies viele Substanzen, die zwar nicht zu ihnen gehören, aber

so innig mit denselben gemengt sind, dafs man sie nicht abscheiden kann. Diese Substanzen sind: Titansäure, Chromsäure oder Chromoxyd, Zirconerde und Eisenoxyd, sichtlich von Chromeisen, Titaneisen und Hyazinthen herrührend, die mit dem Auge nicht von den übrigen Körnern zu unterscheiden sind, und sich durch Schlämmen nicht absondern lassen.

Ich habe gefunden, dafs, zur Abscheidung des Osmiums von der mit Salpeter gebrannten Masse, die folgende Methode fast besser, als die in meiner letzten Abhandlung beschriebene, zum Ziele führt. Man vermischt die gebrannte Masse mit Wasser, so dafs sich alles Salzartige auflöst, schüttet das Gemenge in eine tubulirte Retorte, und giefst die klar gewordene Lösung ab. Nun setzt man neues Wasser hinzu, und, wenn die Flüssigkeit sich geklärt hat, giefst man auch diese ab. Die abgegossenen Flüssigkeiten enthalten Kalisalze von Salpetersäure und Chromsäure, von Kieselsäure, von Iridiumsesquioxydul und Osmiumbioxyd; die letzteren jedoch in geringem Verhältnisse. Durch Destillation mit Salzsäure in einer Retorte, erhält man das Osmiumbioxyd daraus vollständig.

Das Ungelöste in der Tubulusretorte kann auf zweierlei Weisen behandelt werden, entweder mit Salzsäure oder mit Salpetersäure.

1) *Behandlung mit Salzsäure.* Man übergiefst das Ungelöste mit so viel derselben, dafs alles, in der Säure lösliche, von ihr aufgenommen wird, und destillirt dann im Wasserbade so lange, als eine durch die Tubulatöffnung aus der Retorte genommene Probe noch den geringsten Geruch nach Osmium besitzt. Das Destillat ist eine Auflösung des Bioxyds in Wasser, welches ein wenig Chlor enthält. Der Rückstand in der Retorte, mit ein wenig Wasser behandelt, giebt eine mehr oder weniger dunkelgrüne Flüssigkeit, deren grüne Farbe von Chromchlorür herrührt. Wenn man, nachdem diese Flüssigkeit abfiltrirt ist, das Ungelöste mit Weingeist wäscht, so kann man

sehen des Platins; es kann polirt werden, zerfällt aber unter dem Polirstahl leicht zu Pulver, wenn die Operation nicht mit leichter Hand geschieht. Es erleidet keinen andern Eindruck vom Hammer, als dafs es bei dem Schlage zerbröckelt; es läfst sich leicht zerstofsen und zu Pulver reiben. Ein Stück dieses Iridiums, mit einer Platinzange gehalten, in die Flamme einer durch Sauerstoffgas angefachten Aetherlampe gebracht, rundete sich nicht im Geringsten an den Ecken ab, obgleich die Hitze so stark war, dafs ein Stück der Platinzange ausschmolz und in Tropfen niederfiel. Die Farbe wurde nur weifser und silberähnlicher. Ein anderes Stück, an das Ende einer Thonpfeife befestigt, und erhitzt, bis der feuerfeste Thon um dasselbe herum, wie ein Flufs, zu Glas schmolz, gab nicht die geringsten Anzeigen von Schmelzung, und liefs sich hernach, eben so leicht wie zuvor, zu Pulver zerstofsen. Das Iridium scheint folglich mit der Kohle in Schwerschmelzbarkeit zu wetteifern. Zwar hat Children mit seiner gigantischen hydroelektrischen Batterie einmal das Iridium zu einer blasigen Kugel geschmolzen; allein war sein Iridium auch sicher frei von Platin? Das specifische Gewicht der Kugel, ungeachtet sie poröse war, betrug 18,68. Ich habe gefunden, dafs das reinste, mit Wasserstoffgas reducirte, Iridium in Pulverform ein specifisches Gewicht von 15,8629 besitzt; bei den zusammenhängenden Stücken ging es nur bis 15,588. Der Unterschied liegt natürlicherweise in der Porosität der letzteren. Ich mufs jedoch bemerken, dafs es eine Zeitlang im luftleeren Raum in Wasser gelegen hatte, ehe das specifische Gewicht bestimmt wurde. Hieraus kann man wohl argwöhnen, dafs Children's Iridium platinhaltig war, und dafs es dadurch die Neigung zum Schmelzen bekam.

Das Iridium hat eine grofse Verwandtschaft zur Kohle. Ich brachte ein Stück metallischen Iridiums in die Flamme einer Weingeistlampe. Es überzog sich bald mit einer Vegetation von Kohle, ähnlich der auf einem ungeputzten

Talglichte. So wie sie ein gröfseres Volumen erreicht hatte, warf ich sie in Wasser, und nachdem ich genug von derselben erhalten hatte, verbrannte ich sie. Ich fand, dafs diese schwarze Masse, nachdem sie im Vacuo getrocknet worden, bei Glühhitze 80,2 Procent metallischen Iridiums zurückliefs, und folglich 19,8 Procent Kohle verlor. Sie entsprach also der Formel: $Ir\,C^4$. Das so erzeugte Kohleniridium ist schwarz, färbt ab wie Lampenrufs, und ist auch so sanft im Anfühlen. Bei gelinder Erhitzung entzündet es sich, glimmt und fährt im Brennen fort, nachdem es schon aus dem Feuer genommen ist. Das compacte Iridium, worauf das eben genannte sich abgesetzt hat, ist dunkelgrau und durch und durch kohlenhaltig. Ich habe den Kohlengehalt desselben nicht untersucht, weil man es schwerlich in einem bestimmten Verbindungsgrad erhalten wird.

Wenn man eine Auflösung von Iridium mit Schwefelsäure versetzt, und Eisen hineinsteckt, um das Iridium zu reduciren, so wird die Flüssigkeit bald graugrün und enthält Chlorür; digerirt man sie, so fällt ein graugrünes schweres Pulver nieder, welches ein basisches Doppelsalz ist von schwefelsaurem Eisenoxyd und basisch schwefelsaurem Iridiumoxydul. Glüht man es, so wird es roth, und wenn man es dann in Salzsäure auflöst, bleibt viel Iridium in metallischer Form zurück.

In meiner früheren Abhandlung suchte ich zu beweisen, dafs das Osmium ein Sesquioxydul besitzt, obgleich es nicht glückte, dasselbe auf eine befriedigende Weise hervorzubringen und abzuscheiden Ich habe seitdem gefunden, dafs man es leicht erhält, wenn man das Osmiumbioxyd mit kaustischem Ammoniak vermischt. Löst man festes Bioxyd in kaustischem Ammoniak auf, so erwärmt sich das Gemenge; das Bioxyd schmilzt zu gelben Tropfen, welche niedersinken und am Boden des Gefäfses zu einer braungelben, nicht krystallinischen, starren Masse

gestehen, die osmiumsaures Ammoniak ist. Es löst sich mit einer schön gelben Farbe in Wasser, und läfst sich ohne Zersetzung aufbewahren; wenn man aber zu der Auflösung des Osmiumbioxyds einen grofsen Ueberschufs von kaustischem Ammoniak hinzusetzt, so wird die Flüssigkeit nach einiger Zeit, oder wenn man sie erwärmt, nach einigen Stunden, dunkler und endlich schwarz und undurchsichtig. Dabei entwickelt sich Stickgas mit leisem Aufbrausen, und das Bioxyd verwandelt sich in Sesquioxydul, von dem ein Theil sich in Gestalt eines durchsichtigen, gelbbraunen Ueberzugs auf der Innenseite der Flasche absetzt. Man kann dabei die Flasche verkorkt lassen, bis die Farbe dunkelbraun ist; dann zieht man den Pfropfen ab und setzt ihn lose wieder auf. Von diesem Zeitpunkt an verdunstet kein Bioxyd mehr. Endlich verdampft man die dunkle Flüssigkeit in einem offenen Gefäfse, bis alles überschüssige Ammoniak verflüchtigt ist, worauf man das Sesquioxydul auf ein Filtrum bringt und auswäscht. Es ist nun ein dunkelbraunes, in Wasser unlösliches, Pulver, welches Ammoniak in chemischer Verbindung enthält. Nach dem Trocknen erhitzt, zersetzt es sich mit Aufbrausen, wie ein feuchtes Kraut, und die Masse wird dabei zum Gefäfse hinaus geblasen. Kocht man es mit kaustischem Kali und wäscht es, so detonirt es mit einem Knall, aber nur die Portion, welche unmittelbar von der Hitze getroffen wird; die daneben liegende Portion wird fortgeschleudert, ohne zu detoniren, bevor sie nicht erhitzt wird. Die Flüssigkeit, aus welcher dieses sogenannte Knallosmium sich niedergeschlagen hat, ist gewöhnlich gelb oder braun, und enthält ein Doppelsalz von Salpetersäure oder Salzsäure mit Ammoniak und Osmium, aus welchem das Osmium durch kaustisches Kali und Fortkochen des Ammoniaks gefällt werden kann. Es gelingt auch ziemlich gut mit kohlensaurem Natron; aber kohlensaures Kali löst das Gefällte auf, oder fällt das Osmium nicht aus Ich habe versucht, das Sesquioxydul da-

durch von Ammoniak befreit zu erhalten, dafs ich zu dem Doppelsalz mit Salzsäure einen Ueberschufs von kohlensaurem Kali hinzufügte, die Flüssigkeit filtrirte und zur Verjagung der letzten Spur von Ammoniak zur Trockne verdunstete, das Alkali mit Salzsäure sättigte, und dann kaustisches Kali hinzusetzte; allein auch das so erhaltene Sesquioxydul zersetzte sich beim Glühen mit heftiger Gasentwickelung, wobei das Pulver vom reducirten Osmium herausgeblasen wurde.

Wenn man das Sesquioxydul-Ammoniak mit concentrirter Salzsäure übergiefst, so löst es sich zu einer Flüssigkeit auf, die ganz wie die Lösung eines Iridium-Sesquioxydulsalzes aussieht. Verdunstet man sie zur Trockne, so giebt sie eine schwarze, durchaus unkrystallinische Salzmasse, welche an der Luft nicht feucht wird. Nach heftigem Eintrocknen löst sich zuweilen das Salz nicht ganz auf, sondern es bleibt ein basisches Salz, in Form von braunen unlöslichen Flocken, zurück. Erhitzt man das Salz in einer Retorte, so wird es halbflüssig, schwillt auf und giebt Salzsäure, während reducirtes Osmium zurückbleibt. Um hierbei das Aufschwellen zu verhindern, kann man das Salz, bevor man es erhitzt, mit einem Drittel seines Gewichts oder mit noch mehr Salmiak vermischen. Dies ist die leichteste und sicherste Weise, Osmium in reducirter Form ohne Verlust zu erhalten. Es bildet eine zusammenhängende, poröse, aufgeschwollene, graublaue, stark metallisch glänzende Masse von geringer Cohäsion. Man ist nicht eher sicher, dafs alles Salz zersetzt ist, als bis die Entwicklung von Salzsäuregas gänzlich aufgehört hat, und die Masse mufs gewöhnlich am Boden geglüht werden, ehe die Zersetzung beendigt ist. Der sublimirte Salmiak enthält kein Osmium.

Das Doppelsalz des Sesquioxyduls mit Chlorammonium löst sich in Alkohol, obgleich in geringerm Verhältnisse, als im Wasser. Die Auflösung läfst sich nicht durch Eisen zersetzen. Zink schlägt eine Spur von Os-

mium nieder, allein das meiste bleibt in der Lösung, selbst wenn man freie Säure und Wärme zu Hülfe nimmt.

Die Verbindung des Sesquioxyduls mit Ammoniak löst sich auch in anderen Säuren, und giebt mit ihnen unkrystallinische Doppelsalze. Das *schwefelsaure* Salz ist braun. Ein Ueberschufs von Schwefelsäure kann abgeraucht werden, ohne dafs sich Osmium reducirt; allein das zurückbleibende Salz ist dann unvollkommen löslich in Wasser, und hinterläfst eine basische Verbindung. Das *salpetersaure* Salz ist träglöslich in Wasser und fällt sich aus einer warmen und neutralen Auflösung in Form eines braunen Pulvers, welches einem dunkelbraunen Extrakt-Absatz ganz ähnlich sieht. Eine saure Auflösung, welche verdunstet wird, hinterläfst einen braunen, extraktähnlichen Stoff, welcher bei +40° zu derselben erdartigen Substanz eintrocknet. Erhitzt, verbrennt dieses Salz wie eine Raketenmasse, und wirft dabei das Osmium in Form eines schwarzen, nicht metallischen Pulvers umher. Mit anderen Säuren habe ich keine Versuche angestellt*).

V. *Ueber die Tartinischen Töne; von Wilhelm Weber.*

Es ist eine bekannte Erscheinung, dafs, wenn zwei Töne auf einem Instrumente mit aushaltenden Tönen, z. B. auf einer Orgel oder Violine, zu gleicher Zeit erregt werden, im Gehörorgane die Empfindung eines dritten Tones, welcher tiefer als beide ist, entstehen kann. Zwei Töne, z. B. $\bar{c}$ und $\bar{e}$, welche eine grofse Terz bilden, erregen,

*) Folgende Berichtigungen zu des Hrn. Verfassers früherer Abhandlung, im Bd. XIII. dieser Annalen, finden wohl am besten hier ihren Platz.

S. 445. Z. 8. v. unten lies: 184,24 statt 154,24.

S. 441. Z. 17. von oben lies: 1,2365 Grm. statt 1,3 Grm.

(P.)

wenn sie auf einer rein gestimmten Orgel zu gleicher Zeit angeschlagen werden, nicht nur die Empfindung von $\bar{c}$ und $\bar{e}$, sondern auch die eines um zwei Octaven tieferen Tones, als der tiefere der beiden angeschlagenen Töne ist, nämlich die Empfindung von C.

Da nun dieser tiefere Ton auch dann gehört wird, wenn diejenige Pfeife der Orgel, welche allein tönend den tieferen Ton C hervorbringt, aus dem Instrumente herausgenommen worden ist, so kann er nicht von einem Mitklingen dieser Pfeife herrühren.

Uebrigens kennt man diese Erscheinung schon lange, und hat sie auch genügend erklärt, und die Richtigkeit der Erklärung durch verschiedene Versuche bewiesen. Sorge, der 1740 lebte, erwähnt sie bereits, und Romieu und Tartini beobachteten sie genauer, daher der dritte tiefere, unter den erwähnten Umständen entstehende Ton, der Tartinische Ton genannt worden ist *).

Der physikalische Grund *eines jeden* durch die Luft gehörten Tones, ist nämlich *ein* Zug regelmäfsig auf einander folgender Wellen, die sich durch die Luft zum Gehörorgane fortpflanzen, und an das Trommelfell in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen anschlagen, und dasselbe erschüttern.

Werden *zwei* Töne zu gleicher Zeit hervorgebracht, so werden *zwei* Wellenzüge die Luft erfüllen.

Wenn diese Wellen so am Trommelfelle anlangen, dafs bald die Wellen *beider* Wellenzüge zu gleicher Zeit das Trommelfell nach innen stofsen, und wieder nach aufsen ziehen, bald aber die Welle des *einen* Wellenzugs das Trommelfell nach *aufsen* zieht, während die des *anderen* dasselbe nach *innen* stöfst, so verstärken und vermindern die zwei Wellenzüge ihren Eindruck auf das Trommelfell abwechselnd, und bewirken dadurch, dafs das Ohr ein abwechselndes Anschwellen und Abnehmen der beiden Töne empfindet.

*) S. Chladni's neue Beiträge zur Akustik. Leipzig 1817. S. 73.

Wenn aber diese Abwechselungen des Anschwellens und Abnehmens der beiden Töne so schnell vor sich gehen, dafs sie nicht mehr einzeln unterschieden werden können, wenn sie z. B. 30 Mal, 40 Mal und noch öfter in einer Secunde erfolgen; so empfindet das Ohr den Eindruck eines Tones, der mit dem Tone eines eben so vielmal schwingenden Körpers im Einklang ist.

Wenn z. B. 4 Wellen des einen Wellenzugs in dem nämlichen Zeitraume, als 5 Wellen des andern Wellenzugs zum Ohre gelangen, so wird in jedem solchen Zeitraume ein Anschwellen und ein Abnehmen beider Töne vom Ohre empfunden werden, oder, wenn diese zu schnell einander folgen, um einzeln bemerkt zu werden, so wird ein tiefer Ton empfunden werden, welcher demjenigen an Tiefe gleich ist, welcher erregt werden würde, wenn das Trommelfell von 4 Mal langsamer auf einander folgenden Wellen erschüttert würde, als die Wellen des ersten Wellenzugs. Ein solcher Ton ist zwei Octaven tiefer, als der von jenem ersten Wellenzuge hervorgebrachte Ton.

Da der physische Grund des Tartinischen Tones bekannt ist, so läfst sich auch leicht für jeden Fall die Höhe des Tartinischen Tones im voraus bestimmen, das Verhältnifs der beiden angeschlagenen Töne sey, welches es wolle, und es läfst sich auch bestimmen, wenn mehrere solcher tiefen Töne gleichzeitig möglich wären, welcher von ihnen am deutlichsten werde gehört werden.

Zur Entstehung des Tartinischen Tones wird blofs erfordert, dafs z. B. 4 Wellen des einen Wellenzugs fast in derselben Zeit als 5 Wellen des andern Wellenzugs zum Ohre gelangen, und dafs die darauf folgenden 4 und 5 Wellen der beiden Wellenzüge wieder, und die darauf folgenden 4 und 5 Wellen wieder *fast* in derselben Zeit zum Ohre gelangen, kurz, dafs nach einer so vielmaligen Wiederholung, als zur Empfindung eines so tiefen Tones nothwendig ist, noch keine störende Abwei-

chung des wahren Verhältnisses und des ihm nahe kommenden Verhältnisses sich zeige.

Wenn also das Verhältniſs, in welchem die Breiten der Wellen zweier Wellenzüge zu einander stehen, *fast* das von 4 : 5 ist, so ist zwar der Tartinische Ton zwei Octaven tiefer, als der tiefere der beiden angeschlagenen Töne, wird aber schwächer gehört, als wenn das Verhältniſs *genau* 4 : 5 ist.

Wenn das Verhältniſs, in welchem die Breiten der Wellen zweier Wellenzüge zu einander stehen, *fast* das von 5 : 6 ist, so ist zwar der Tartinische Ton noch um eine Terz mehr als um zwei Octaven tiefer, als der tiefere der beiden angeschlagenen Töne, wird aber schwächer gehört, als wenn das Verhältniſs *genau* 5 : 6 ist.

Wenn das Verhältniſs, in welchem die Breiten der Wellen zweier Wellenzüge zu einander stehen, dem von 5 : 6 eben so nahe, als dem von 4 : 5 läge, so wäre es möglich, daſs man bald einen Tartinischen Ton, der noch um eine Terz mehr als um zwei Octaven, bald einen, der um 2 Octaven tiefer, als der tiefere der beiden angeschlagenen Töne wäre, sehr schwach bemerkte, worüber indessen bis jetzt Versuche fehlten *).

*) Die dem wahren Verhältnisse, in welchem die Breiten der Wellen zweier Wellenzüge stehen, nahe kommenden Brüche lassen sich alle durch Kettenbrüche der Reihe nach in kleinen Zahlen angeben.

Wenn a Wellen des einen Wellenzugs in derselben Zeit zum Trommelfell gelangen, als b Wellen des andern Wellenzugs, so bilde man aus dem Verhältnisse $a : b$ einen Kettenbruch

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{\alpha + \frac{1}{\beta + \frac{1}{\gamma}}}$$ etc., so wird das Verhältniſs $a : b$ wenig von $\frac{\beta}{\alpha\beta + 1}$, $\frac{\beta\gamma}{\alpha\beta\gamma + \alpha + \gamma}$ etc. verschieden seyn.

Der Tartinische Ton kann sich in diesem Falle zum tieferen der beiden angeschlagenen Töne, entweder wie $1 : \beta$, oder wie $1 : \beta\gamma + 1$ etc. verhalten. Welcher von diesen möglichen

Es ist nicht zu läugnen, daſs vollständigere Beobachtungen der Tartinischen Töne, vorzüglich für die Fälle, wo sie sehr an Stärke und Deutlichkeit verlieren, interessant sind, auch wenn sie nur einen Beweis geben, wie weit sich die Beobachtung derselben verfolgen lasse. Hr. Baron Blein hat in einer Schrift*), deren Mittheilung ich der Güte des Hrn. A. v. Humboldt verdanke, eine Reihe solcher Beobachtungen bekannt gemacht, welche in folgenden Tabellen zusammengestellt sind.

Hr. Baron Blein stellte diese Versuche mit zwei Saiten an, von denen die eine immer den Ton c gab, indem sie 256 Schwingungen in einer Secunde machte. Die andere Saite wurde successiv so gespannt, daſs sie nach und nach die in der folgenden Tabelle angeführte Reihe von Tönen gab.

Tartinischen Tönen vom Ohre werde empfunden werden, hängt davon ab, wie viel Stöſse auf das Trommelfell nothwendiger Weise einander folgen müssen, damit das Ohr die Empfindung eines so tiefen Tones habe.

Das kleinste der angeführten Verhältnisse

$$\frac{\beta}{\alpha\beta+1},\quad \frac{\beta\gamma+1}{\alpha\beta\gamma+\alpha+\gamma}\ \text{etc.}$$

welches so wenig vom wahren Verhältnisse $a:b$ verschieden ist, daſs in der zu so viel Stöſsen erforderlichen Zeit keine störende Abweichung sich zeige, wird den Tartinischen Ton so bestimmen, als wenn er selbst das wahre Verhältniſs wäre, nur mit dem Unterschiede, daſs der Tartinische Ton nur schwach hörbar ist.

Weil das wahre Verhältniſs $a:b$ immer zwischen zwei auf einander folgenden der angeführten Verhältnisse liegt, so kann der Fall eintreten, daſs zwei solche auf einander folgende Verhältnisse der angeführten Bedingung fast in gleichem Grade genügen, und es wäre dann möglich, daſs das Ohr bald den einen, bald den andern Tartinischen Ton bemerke.

*) *Exposé de quelques principes nouveaux sur l'acoustique et la théorie des vibrations, et sur l'application à plusieurs phénomènes de la physique. Par le Baron Blein, ancien Officier-général du génie. Paris* 1827.

Ton der ersten Saite.	Schwingungen der ersten Saite während 1 Secunde.	Ton der zweiten Saite.	Schwingungen der zweiten Saite während 1 Secunde.	Tartinischer Ton beim Zusammenklingen beider Saiten.	Schwingungen, welche eine Saite in 1 Sec. machen müſste, um denselben Ton hervorzubringen.
c	256	*c*	256	*c*	256
c	256	*c*#	$266\frac{2}{3}$	c^b	$245\frac{1}{3}$
c	256	d^b	$271\frac{1}{15}$	*H*	$238\frac{14}{15}$
c	256	*d*	$284\frac{9}{15}$	*B*	$227\frac{5}{9}$
c	256	*d*	288	*A*#	224
c	256	*d*#	300	*A*	212
c	256	e^b	$307\frac{1}{5}$	A^b	$204\frac{4}{5}$
c	256	*e*	320	*G*	192
c	256	*f*	$341\frac{1}{3}$	*F*	$170\frac{2}{3}$
c	256	*f*#	$355\frac{5}{9}$	E^b	$156\frac{4}{9}$
c	256		362	*D*#	150
c	256	g^b	$368\frac{16}{25}$	*D*	$143\frac{9}{25}$
c	256	*g*	384	*C*	128
c	256	*g*#	400	*D*	144
c	256	a^b	$409\frac{3}{5}$	E^b	$153\frac{3}{5}$
c	256	*a*	$426\frac{2}{3}$	*F*	$170\frac{2}{3}$
c	256	*a*#	$455\frac{1}{9}$	*G*#	$199\frac{1}{9}$
c	256	*b*	$460\frac{4}{5}$	A^b	$204\frac{4}{5}$
c	256	*h*	480	*A*#	224
c	256	$\overline{c}^b$	$491\frac{13}{25}$	*B*	$235\frac{13}{25}$
c	256	$\overline{c}$	512	*c*	256

In folgender Tabelle sind die Fälle zusammengestellt, in welcher Hr. Baron Blein zwei Tartinische Töne unterscheiden konnte.

Ton der ersten Saite.	Schwingungen der ersten Saite während 1 Sec.	Ton der zweiten Saite.	Schwingungen der zweiten Saite während 1 Sec.	Erster Tartinischer Ton beim Zusammenklingen beider Saiten.	Schwingungen, welche eine Saite in 1 Sec. machen müſste, um denselben Ton hervorzubringen.	Zweiter Tartinischer Ton beim Zusammenklingen beider Saiten.	Schwingungen, welche eine Saite in 1 Secunde machen müſste, um denselben Ton hervorzubringen.
c	256	*f*♯	362	*D*♯	150	Contra *A*	106
c	256	*f*♯	$355\frac{5}{9}$	*E*♭	$156\frac{4}{9}$	Contra *G*♯	$99\frac{5}{9}$
c	256	*g*♭	$368\frac{16}{25}$	*D*	$143\frac{9}{25}$	Contra *A*♯	$112\frac{16}{25}$
c	256	*d*♯	300	*A*	212	32 Fuſs *F*♯	44

Es ist zu bedauern, daſs Herr Baron Blein die Entstehungsart dieser Tartinischen Töne nicht gekannt, und daher das Gesetz, dem sie folgen, zu errathen gesucht hat. Da diese schwierigen Beobachtungen nur einen geringen Grad von Genauigkeit verstatten, so übersieht man wohl, daſs Herr Baron Blein auf diesem Wege schwerlich zu dem wahren Gesetz gelangen konnte, und es scheint uns daher nicht wider Erwarten, daſs in den Beobachtungen des Hrn. Baron Blein einige beträchtliche Abweichungen vorkommen.

VI. *Neue Bereitungsart des Kaliumeisencyanids.*

Nach Hrn. Kramer, Fabrikanten in Mailand, soll man das von L. Gmelin entdeckte *rothe* Cyaneisenkalium erhalten können, wenn man einen Ueberschuſs von Berlinerblau mit Chlorkalium und Wasser digerirt. Die Flüssigkeit, welche nur die *Oxydul*-, nicht die *Oxyd*salze des Eisens fällt, setzt beim Verdampfen Berlinerblau nebst einem röthlichen Pulver ab, und giebt Krystalle, die nach Hrn. K. ein Gemenge sind von rothem Cyaneisenkalium, Chlorkalium und etwas chlorsaurem Kali. Der Gegenstand verdiente eine nähere Untersuchung (*Journal de Pharm. Ann. XV. pag.* 98.).

VII. *Versuche über die Beziehung der Adhärenz der Metalle zu ihrer elektrischen Differenz nebst einigen Folgerungen aus denselben; von J. J. Prechtl, Director des K. K. polytechnischen Instituts in Wien.*

(Mitgetheilt von dem Herrn Verfasser.)

Ueber die Adhärenz der Metalle unter einander sind noch keine befriedigenden Versuche vorhanden. Muschenbroek's Versuche mit metallenen, durch eine Zwischenlage von Talg an einander geklebten Cylindern, sind bekanntlich zu dieser Bestimmung nicht brauchbar. Andere Versuche fehlen gänzlich.

Die Anstellung dieser Versuche ist mit grofsen Schwierigkeiten verbunden. Die Metallflächen müssen vollkommen eben und polirt an einander gebracht werden, die Berührung in allen Theilen gleichmäfsig seyn, und die Trennung der Flächen durch ein bekanntes Gewicht in der Art vollbracht werden, dafs dieselbe in allen Theilen zugleich erfolgt. Es ist wahrscheinlich unmöglich, alle diese Bedingungen genau zu befriedigen, und es ist daher nur durch mehrfache Wiederholung solcher Versuche ein genaues Durchschnittsresultat zu erwarten.

Im J. 1820 habe ich solche Versuche angestellt, um die Beziehung der Adhärenz der Metalle zu ihrem elektrischen Verhalten gegen einander kennen zu lernen. Ich liefs mir vollkommen ebene und polirte Platten von nahe $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser aus Silber, Kupfer, Wismuth, Spiefsglanz, Zinn, Blei und Zink verfertigen. An dem einen Balken einer sehr empfindlichen Wage wurde eine dieser Platten genau äquilibrirt, so aufgehängt, dafs ihre polirte Fläche in einer horizontalen Lage sich befand, und unter derselben die zweite Platte, mit welcher der

Versuch angestellt wurde, gleichfalls horizontal auf einer Unterlage befestigt. Die beiden Platten wurden nun mit einander in Berührung gebracht, so dafs die beiden polirten Flächen einander genau deckten; und nun wurden auf die Schale des zweiten Waagebalkens so lange Gewichte aufgelegt, bis die Trennung der Flächen erfolgte. Während einer zusammengehörigen Reihe von Versuchen fand keine merkliche Aenderung in Temperatur und Barometerstand statt. Die Gewichte, durch welche hiernach die Adhärenz je zweier Metalle ausgedrückt wurde, haben nur einen relativen Werth gegen einander; denn bei der möglichen Berührung der beiden polirten Flächen blieb offenbar noch eine sehr dünne Luftschicht zwischen denselben; die Gröfse der gemessenen Adhärenz gilt also nur für eine sehr grofse Näherung der beiden Flächen, und jene Werthe würden nur dann absolut seyn, wenn die Versuche im luftleeren Raume angestellt, oder die polirten Flächen vorher durch ein starkes Gewicht gegen einander gedrückt würden, was jedoch wieder zu Unrichtigkeiten anderer Art Veranlassung gäbe. Ich habe diese Versuche einige Mal wiederholt, und zwar immer mit frisch polirten Flächen. Ich hatte mir vorgenommen, dieselben unter verschiedenen Umständen fortzusetzen, und im Besondern auch die Einflüsse bedeutender Temperaturunterschiede zu beobachten. Allein bei dem Zeitaufwande und der Ruhe, welche ähnliche Versuche erfordern, machten meine übrigen Geschäfte deren Fortsetzung unmöglich, und ich überlasse es daher andern Physikern, diesen interessanten Gegenstand weiter zu verfolgen.

Ich hatte bei diesen Versuchen erwartet, dafs sich die Adhärenz zwei verschiedener Metalle beiläufig ihrer elektrischen Differenz proportional zeigen würde, so dafs z. B. diese Adhärenz zwischen Silber und Zink am gröfsten, und zwischen Silber und Kupfer am geringste sey; allein es ergab sich mir das ganz unerwartete Resultat,

dafs *diejenige Adhärenz, welche zweien Scheiben aus einem und demselben Metalle zukommt, auch die Adhärenz ist, welche diesem Metalle mit jedem anderen Metalle von geringerer Adhärenz mit sich selbst, zugehört.* Z. B. die Kupferscheibe hing zusammen mit einer Kupferscheibe mit einer Kraft von 21 Gran; mit eben dieser Kraft hing nun die Kupferscheibe zusammen mit der Wismuthscheibe, mit der Zinkscheibe, mit der Zinnscheibe, der Bleischeibe etc., obgleich die Adhärenz zweier Scheiben von einem jeden dieser Metalle geringer war, als jene des Kupfers mit dem Kupfer.

Dieses Resultat ergab sich im Mittel als beständig, obgleich nicht ohne Variationen, die hauptsächlich in dem Umstande liegen, dafs die Polirung der Flächen nicht bei allen Metallen gleich vollkommen seyn konnte. So wird diese Politur durch die krystallinische Structur des Spiefsglanzes und des Wismuths gehindert, und das frisch polirte Blei ist an der Luft so leicht oxydabel, dafs es kaum einige Minuten lang seinen ersten Glanz behält.

Wurde Zink nach und nach mit den übrigen Metallen in Berührung gebracht, so ergab sich folgende Reihe:

Zink mit Kupfer	=21	Gran
Zink mit Zinn	=17	-
Zink mit Wismuth	=16	-
Zink mit Spiefsglanz	=15	-
Zink mit Blei	=12	-
Zink mit Zink	=10	-

Es ist wahrscheinlich, dafs diese Reihe die galvanische seyn wird, wenn die Flächen dieser Metalle gleiche Politur erhalten könnten. Das Zinn geht hier dem Wismuth, Spiefsglanz und Blei voraus, weil dasselbe, frisch polirt, eine viel reinere Fläche hat, als die zuletzt genannten Metalle. Das Silber zeigte vom Kupfer in diesem Verhalten keinen merkbaren Unterschied.

Die Metallstücke habe ich nach ihrem Gebrauche in

Papier gewickelt, in einem trocknen Zimmer aufbewahrt. Die Zinnplatten behielten ihren Glanz am längsten, besser als Silber und Kupfer, nach diesen Zink; am schlechtesten erhielt sich Blei; Wismuth verhielt sich wie Silber. Spiefsglanz, Zinn und Zink sind noch jetzt, also nach einem Zeitraume von acht Jahren, nur wenig angelaufen.

Die Versuche zeigten aufserdem, und zwar mit völliger Bestimmtheit, dafs die Anziehung der Platten eines und desselben Metalles nicht blofs in der Berührung, sondern auch in der Entfernung statt hatte, und sie war innerhalb des Abstandes einer halben Linie deutlich bemerkbar; so dafs sie durch kleine Gewichte gemessen werden konnte. Die äquilibrirte schwebende Platte wurde von der andern parallelen Platte in einer geringen Entfernung angezogen, bis sich beide Flächen einander berührten, was mit sichtbarer Beschleunigung und einer Art von Stofs geschah. Dieses Resultat beweiset, dafs der in der Physik eingeführte Unterschied zwischen einer Anziehung in der Berührung, und einer Anziehung in der Ferne nicht begründet sey. Es ist hier ohne Zweifel eine und dieselbe, nur in verschiedener Stärke, übrigens nach demselben Gesetze wirksame Kraft der Materie vorhanden. Dafs bei einer geringen Intensität diese Anziehung schon in einem geringen Abstande unmerklich werde, folgt aus ihrer Verminderung nach dem Quadrate der Entfernung.

Man kann aus dem eben Gesagten gegen diese heiklichen Versuche noch den Einwurf hernehmen, dafs es möglich sey, dafs die Luft zu den polirten Flächen verschiedener Metallplatten eine verschiedene Adhäsion habe, und daher der Abstand derselben bei der scheinbaren Berührung verschieden sey; was dann hier viel gröfsere Unterschiede hervorbringen würde, als die Differenzen in der Anziehung der Metallflächen selbst. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dafs in diesen Versuchen eine sol-

che Ursache einwirke, weil sonst weder die gefundene Gleichheit der Adhäsionsstärke verschiedener Metalle in der ersten, noch die geringen Differenzen in der zweiten Versuchsreihe sich hätten ergeben können.

Man könnte ferner vermuthen, daſs, wenn zwei ebene Metallflächen einander vollkommen berühren, die Stärke dieser Adhäsion durch ihre aus andern Versuchen bekannte Cohäsionsstärke gegeben seyn müſste. Allein dagegen läſst sich erinnern, daſs die Stärke der Cohäsion nicht bloſs von der Berührung der Theile, sondern auch von der innern Beschaffenheit, besonders der Krystallisation, also von der Art des Aneinanderfügens abhänge, welche zum Theil mechanischer Natur ist. Dieſs beweist die Erfahrung, daſs dieselben Metalle eine sehr verschiedene Cohäsion zeigen, je nachdem sie gegossen, gehämmert oder gezogen sind.

Um wiederkehrende Umschreibungen zu vermeiden, will ich die Stärke der Anziehung zweier Flächen von einem und demselben Metalle *Cohärenz*, und die Anziehung solcher Flächen von zwei verschiedenen Metallen *Adhärenz* nennen. Die Versuche zeigen nun, daſs *die Adhärenz der Fläche eines Metalles von gröſserer Cohärenz mit der Fläche jedes anderen Metalles von geringerer Cohärenz gleich ist der Cohärenz des ersteren Metalles*. Aus den Versuchen scheint sich überdem zu ergeben, daſs die Stärke dieser Cohärenz der Metalle nach der Reihe ihrer galvanischen Differenz sich verhält; so daſs hiernach die elektrisch-negativen Metalle die gröſsere, und die elektrisch-positiven die geringere Cohärenz besitzen.

Dieses Resultat leitet zu der Folgerung, daſs die elektrischen Kräfte der Körper nicht primitive Kräfte sind, wie man in der letzteren Zeit angenommen hat, sondern daſs sie secundären Ursprungs, nämlich Erscheinungen sind, die aus einer gewissen Wechselwirkung der Körper in dem Streben, wechselseitig ihre Cohäsion zu än-

dern, hervorgehen. Wenn nämlich eine Metallfläche von gröſserer Cohärenz mit einer andern von geringerer Cohärenz in Berührung tritt, z. B. Kupfer mit Zink, so würde, wenn beide Metalle selbstständig und unabhängig auf einander wirkten, und dem letztern die Cohärenz $=10$, dem erstern jene $=21$ zugehört, die Wirkung der Adhärenz durch $\frac{21+10}{2}$ oder durch $15\frac{1}{2}$ ausgedrückt werden, während sie nach den Versuchen $=21$, oder eben so groſs ist, als wenn das schwächere Metall durch das gleiche stärkere ersetzt würde. Dieses beweiset, daſs in der Berührung der beiden Metalle oder Körper der stärkere (mit gröſserer Cohärenz) den schwächeren (mit geringerer Cohärenz) gleichsam unterjocht, in seine Wirkungssphäre zieht, und die Cohärenz des schwächeren Metalles aufregt, erhöht, und seiner eigenen gleich macht; so daſs er in dieser Beziehung diesen zweiten Körper, so zu sagen, seiner eigenen Natur zu assimiliren, oder in seine eigene Substanz zu verwandeln sucht. Dieser aufgeregte Zustand des schwächeren Körpers, der übrigens durch seine eigene Cohäsion dem Einflusse des stärkeren Körpers zu widerstehen sucht, wirkt nach auſsen auf andere Körper zurück, die mit ihm in Berührung kommen, und die sonach einen ähnlichen Eindruck, gleichsam eine Wahrnehmung des unnatürlichen und gezwungenen Zustandes, in welchem sich jener Körper befindet, erhalten. Die elektrischen Erscheinungen setzen also das Beharren der Körper in ihrem ursprünglichen Zustande in dem Zeitpunkte dieser Erscheinungen voraus; sie werden nur dadurch möglich, daſs das aufgeregte Cohäsionsstreben des schwächern Körpers im Augenblicke dieser Aufregung noch keine Veränderung desselben hervorbringen kann; denn würde sie in eben diesem Augenblicke erfolgen, so würde die Wahrnehmung des aufgeregten und gezwungenen Zustandes durch den Eindruck auf die umgebenden Körper nicht stattfinden können.

Wie die Fortleitung dieses Effectes oder Zustandes

auf die Umgebung erfolge, kann man hiernach leicht ersehen. Wenn die Fläche des stärkeren Körpers auf jene des schwächeren wirkt, so wirkt diese sehr dünne Schicht der Körpermasse mit der ihr eingedrückten erhöhten Cohärenz auf die ihr zunächst liegende dünne Schicht mit eben derselben Cohärenzdifferenz, als der stärkere Körper unmittelbar auf die erste Schicht des schwächern wirkte, vorausgesetzt, daſs diese zweite Schicht mit der ersten im völlig gleichen Zustande der Cohärenz sich befindet. Diese zweite Schicht wirkt nun mit eben derselben Differenz auf die dritte, so daſs es dasselbe ist, als wenn diese dritte Schicht unmittelbar durch den stärkeren Körper berührt würde, und so weiter, durch jede Länge des Körpers hindurch, immer den völlig gleichen Cohärenzzustand aller einzelnen Schichten vorausgesetzt; so daſs jener elektrische Effect an dem von der Berührungsfläche entfernten Ende in gleicher Stärke wahrnehmbar ist, wie an allen übrigen Querschnitten. Dasselbe findet entgegengesetzt bei dem zweiten Körper statt. Elektrisch leitend im vollkommnen Grade kann also ein Körper nur dann seyn, wenn seine Masse vollkommen homogen ist, weil die unveränderte Fortschreitung des Effektes von der ersten Schicht auf die folgenden nur von ihrer vollkommen gleichen Cohärenzdifferenz mit dem stärkern Körper abhängt, durch deren Aenderung verschiedene Grade der Leitung entstehen. Wäre so die Cohärenz einer der folgenden Schichten des schwächeren Körpers jener der wirkenden Schicht des stärkeren Körpers gleich; so hört für die weiter folgenden Schichten die Aufregung ihres natürlichen Cohärenzzustandes auf, und somit auch eine weitere elektrische Wirkung, wonach dieser Körper sich als elektrisch nicht leitend verhält. Es erhellet zugleich aus dieser Erklärung, daſs das elektrische Leitungsvermögen desselben Körpers nur relativ sey, und von der Stärke des Impulses oder der Gröſse der Cohärenzdifferenz der berührenden Körper abhänge.

Wir können hiernach aus dem aufgestellten Grund-

satze nun ferner einsehen, wie chemische Aenderungen erfolgen, und wie Elektricität mit denselben zusammenhängt. Letztere wird immer dann und für den Augenblick erscheinen, in welchem noch keine Cohäsionsänderung der Körper eintritt, weil sie gleichsam der Ausdruck des Kampfes ist, in welchem beide Körper in dem Streben, ihre Cohärenz zu modificiren, begriffen sind. Dafs in diesem Kampfe der schwächste elektrisch positive Körper derjenige ist, welcher am stärksten angegriffen wird, durch das ihm eingedrückte Streben, seine eigene Cohärenz zu erhöhen, ergiebt sich unmittelbar. Diese Einwirkung giebt sich, so lange die Cohäsion noch nicht überwunden ist, durch die Erwärmung kund, welche eine Folge der durch jene Cohärenzaufregung oder Erhöhung bewirkten Verdichtung des schwächern Körpers ist. Daraus erklärt sich, warum in dem elektrischen Conflict die Erwärmung an der positiven Seite erfolgt, und alle elektrischen Feuererscheinungen von dieser Seite ausgehen, welche in diesem Conflicte als der vorzüglich leitende Theil anzusehen ist.

Ist die Einwirkung des stärkeren (elektrisch negativen) Körpers auf den schwächeren (elektrisch positiven) intensiv genug, um seine natürliche Cohärenz in der Art abzuändern, dafs die frühere Form nicht mehr bestehen, und eine gleichförmige Verbindung durch Assimilirung beider Cohärenzen erfolgen kann, so entsteht Formänderung oder Chemismus. Z. B. der schwächere Körper habe die Cohärenz $=1$, der stärkere die Cohärenz $=2$, so erhält in der Berührung der schwächere Körper ebenfalls die Cohärenz $=2$. Ist nun der eigene Zusammenhang seiner Theile nicht stark genug, um dieser erhöhten Aufregung zu widerstehen, so wird er seine Form und Beschaffenheit nach der Stärke dieser Einwirkung, und zwar in dem Streben zur Verdichtung verändern. Da er jedoch während dieser Einwirkung mit der Kraft $=1$ auf den stärkeren Körper zurückwirkt, so wird der

letztere ebenfalls nach seiner Beschaffenheit eine Veränderung, und zwar im entgegengesetzten Sinne, in dem Streben zur Verdünnung erleiden, und wenn hiernach Formänderung möglich ist, so werden sich beide Körper in der Art verbinden, als wenn es homogene Körper von einer dritten Beschaffenheit wären, deren Bestimmung von der Gröfse der Differenz der ursprünglichen Cohärenzen abhängt. Elektricität, Wärme und Chemismus sind hiernach, in wiefern sie einem und demselben materiellen Theile oder Atome zugehören, die in der Zeit nach einander folgenden Erscheinungen einer und derselben wirkenden Ursache. Kommen zwei solche in der Cohärenz differente Theile in die Berührung, so erfolgt zuerst Elektricität, dann Verdichtung des schwächeren Körpers, wenn er nach der Stärke der Differenz und seiner eigenen Cohäsion eine solche erleiden kann, also Wärmeentwicklung, endlich chemische Verbindung, wenn der schwächere Körper die gegebene Cohärenzdifferenz nicht im ungeänderten Zustande zu ertragen vermag, und nach dem Maafse der vorhandenen Cohärenzdifferenz jene Verdichtung und die entgegenstehende Verdünnung nicht hinreichte, beide Körper in einen ähnlichen Zustand zu versetzen, oder die Differenz aufzuheben, Die elektrische Wirkung zweier Atome wird also der chemischen um so merkbarer vorausgehen, je mehr der schwächere Körper der Formänderung widerstrebt, oder gewissermafsen eine längere Zeit der Einwirkung von Seite des Stärkeren verlangt, bevor die Verbindung eintritt. Würde überhaupt bei der Berührung heterogener Körper die chemische Verbindung augenblicklich eintreten, so würde gar keine Elektricität vorhanden seyn können. Bei jeder chemischen Verbindung also, bei welcher Elektricität erkennbar wird, gehört diese Elektricität denjenigen differenten Theilen zu, welche in diesem Augenblicke noch nicht die chemische Vereinigung eingegangen sind.

Aus dem aufgestellten Grundsatze erhellet ferner,

warum und wie die Elektricitäten die chemischen Verbindungen modificiren. Denn die Elektricität ist die Erscheinung der Cohärenzdifferenz, in welcher der schwächere Körper, der als positiv gegen den andern erscheint, bei bleibendem Formzustande mit aufgeregter Cohärenz auf die Umgebung wirkt. In diesem Zustande steht daher dieser Körper gegen einen dritten in einer andern Cohärenzdifferenz als in seinem natürlichen Zustande, daher auch eine Modification in der chemischen Verbindung. Der chemische Procefs wird überhaupt um so lebhafter seyn, je gröfser die Cohärenzdifferenz ist, also am gröfsten zwischen festen und tropfbar flüssigen oder festen und luftförmigen Körpern.

Die eigentliche chemische Verbindung kann nur erfolgen, wenn durch die Cohärenzaufregung des schwächeren oder sauren Körpers dessen Zustand in der Verbindung sich ändern, und in jenem des stärkeren oder basischen assimiliren kann. Es folgt aber unmittelbar, dafs in einzelnen Fällen auch die Befriedigung der Cohärenzaufregung ohne substantielle Aenderung, blofs durch Verdichtung oder Verdünnung, und sonach die Verbindung erfolgen könne. Hierher gehören alle jene Phänomene, welche gewöhnlich nicht als eigentlich chemisch angesehen werden, aber dennoch mit dem chemischen Vorgange gleiches Verhalten darbieten. Nämlich:

Die Verbindung des Wassers mit den Salzen als Krystalleis. Das Wasser ist hier bei der Verbindung der positive oder saure Körper, geht also mit dem Salze in erhöhtem Cohärenzzustande oder verdichtet, jedoch unzersetzt, in Verbindung. Dasselbe ist der Fall bei der Mischung des Wassers mit Weingeist, mit Säuren u. s. w. Der Grad der Verdichtung des Wassers hängt von dem Grade der Cohärenzdifferenz ab. Das Wasser erscheint als der saure Körper, und die Hydrate sind sonach Salze, in denen das Wasser die Stelle der Säure vertritt.

Es folgt überhaupt aus dem aufgestellten Grundsatze, dafs jede Erscheinung von Wärme in der chemischen Verbindung, und sonach auch das elektrische Feuer nur durch die Verdichtung des positiven oder sauren Körpers erfolge, und dafs die Wärme überhaupt nur als die Erscheinung der in dem Augenblicke durch Verdichtung erfolgenden Ausgleichung des Conflictes der Cohärenzkräfte betrachtet werden müsse. Die schon von Physikern aufgestellte Meinung, dafs das elektrische Feuer durch die Compression der Körper, im besondern der Luft erzeugt werde, ist niemals gehörig widerlegt worden. Die Versuche Davy's zeigen im Gegentheile, dafs die Erscheinung dieses Feuers an das Daseyn einer materiellen Umgebung gebunden sey, indem in der torricellischen Leere diese Feuererscheinung in dem Maafse schwächer wird, als die materielle Verdünnung zunimmt, so dafs, wie schon früher andere Physiker aus ihren Versuchen behaupteten, es sehr wahrscheinlich wird, dafs im absolut leeren Raume alles elektrische Licht aufhöre. Es spricht dafür ferner auch die Erfahrung, dafs diejenigen Luftarten, welche durch die Compression das stärkste Feuer entwickeln, auch das stärkste elektrische Licht geben, und umgekehrt; mehrerer anderer Gründe hier zu geschweigen.

Dafs die Feuererscheinung der gewöhnlichen Verbrennung durch die latente Wärme des Sauerstoffgases erzeugt werde, ist Lavoisier's erste Lehre, und erst in der neuern Zeit wurde dieselbe aus dem Grunde angefochten, weil nach dem Verhältnisse der specifischen Wärme des Sauerstoffgases, des kohlensauren Gases und des Wasserdampfes, die aus dem Sauerstoffgas entwikkelte Wärme bei der Verbrennung der Kohle und des Wasserstoffes im Sauerstoffgas bei weitem nicht hinreichend seyn sollte, die bei dieser Verbrennung stattfindende hohe Temperatur zu erklären. Man glaubte sich daher genöthigt, eine andere Wärmequelle aufzusuchen,

und fand diese in der Feuererscheinung des elektrischen Conflictes, woraus die Grundlage der elektro-chemischen Theorie entstand.

Durch nachstehende Bemerkung hoffe ich jedoch diesen wichtigen Punkt näher aufzuhellen. Die specifischen Wärmen sind bekanntlich die Verhältnifszahlen für die Wärmemengen, welche erforderlich sind, gleiche Gewichte verschiedener Körper auf dieselbe Temperatur zu bringen. Diese Verhältnifszahlen können uns also keine Kenntnifs der absoluten Wärmemengen gewähren, welche die Gasarten enthalten. So ist die specifische Wärme des Wasserdampfes über drei Mal gröfser, als jene der atmosphärischen Luft: und dennoch entwickelt letztere bei einer fünffachen Zusammendrückung (nach den von mir angestellten Versuchen) eine Temperatur von 290° C., während bei dem Wasserdampfe, nach den bekannten Erfahrungen, eine 1700fache Zusammendrückung erforderlich ist, um die Temperatur um 550° zu erhöhen. Nun mufs aber offenbar die absolute Wärmemenge, die eine Gasart enthält, nach der Temperatur gemessen werden, welche sie für gleiche Zusammendrückung entwikkelt; denn was für jede Gasart für die erste Zusammendrückung stattfindet, gilt auch für die nachfolgenden bis zur gröfstmöglichsten Verdichtung, oder bis zum Uebergang in den flüssigen Zustand. Das Verhältnifs der absoluten Wärmemengen verschiedener Gasarten kann also nicht aus der specifischen Wärme, wohl aber aus dem Verhältnifs der Wärmeentbindung bei gleicher Zusammendrückung entnommen werden.

Lassen wir die vorher von der atmosphärischen Luft angegebene Wärmeentbindung bei der Zusammendrükkung auch für das Sauerstoffgas gelten (obgleich bei letzterem dieselbe etwas gröfser ist), so entspricht also einer Temperaturerhöhung von 550° C. bei dem Sauerstoffgas eine 9,46fache, und bei dem Wasserdampf eine 1700fache Zusammendrückung. Drücken nun diese Zah-

len das verkehrte Verhältnifs der absoluten Wärmemenge aus, so ist die Wärme, die bei der Verbrennung des Wasserstoffes im Sauerstoffgas durch den gebildeten Wasserdampf absorbirt wird, $=\frac{9,46}{1700}$ oder nahe $\frac{1}{180}$ derjenigen Wärme, welche aus dem Sauerstoffgas durch die Verdichtung in der chemischen Verbindung entwickelt worden ist.

Eben so unbedeutend zeigt sich die Wärmeveränderung durch die Bildung des kohlensauren Gases bei der Verbrennung der Kohle im Sauersoffgas. In dem IX. Bande der Jahrbücher des K. K. polyt. Instituts. Seite 112., habe ich bei einer Untersuchung über die Anwendbarkeit der flüssigen Kohlensäure statt des Wasserdampfes zur Maschinenbewegung, aus den vorhandenen Daten berechnet, dafs 288,5 Cubikfufs Wasserdampf dieselbe Wärmemenge enthalten, als 437 Cubikfufs kohlensaures Gas. Nun werden durch die Verbrennung des Wasserstoffgases mit 1 Cubikfufs Sauerstoffgas, 2 Cubikfufs Wasserdampf gebildet; folglich entsprechen $\frac{473 \times 2}{288,5}$ $=3,28$ Cubikfufs kohlensaures Gas den 2 Cubikf. Wasserdampf für die gleiche Wärmemenge.

Da nun durch die Verbrennung der Kohle aus 1 Cubikfufs Sauerstoffgas 1 Cubikfufs kohlensaures Gas entsteht, so enthalten also 3,28 Cubikfufs kohlensaures Gas ebenfalls $\frac{1}{180}$ der aus 1 Cubikfufs Sauerstoffgas entbundenen Wärmemenge, oder die Wärme, welche bei der Verbrennung der Kohle durch die Bildung des kohlensauren Gases latent geworden ist, beträgt nur $\frac{1}{180 \times 3,28}$ $=\frac{1}{590}$, oder nahe $\frac{1}{600}$ derjenigen Wärme, welche durch die Verdichtung des Sauerstoffgases frei geworden ist. Die durch die Verdichtung des Sauerstoffgases, das durch die grofse Menge Wärme, welche es von sich zu geben vermag, in der That den ältern Namen » Feuerluft « verdient, hervorgebrachte Wärme reicht also allerdings hin,

die Erscheinungen des gewöhnlichen Verbrennens zu erklären; indem sie nicht nur für die relative Vesdünnung des negativen Körpers und die Ausdehnung des in mehreren Fällen entstehenden luftförmigen Productes, sondern für die stärkste Glühhitze dieser Producte selbst die nöthige Wärme zu liefern im Stande ist.

Wenn feste oder flüssige Körper sich mit flüssigen verbinden, so kommt auf dieselbe Art die Wärme aus der Verdichtung des schwächeren, sauren Körpers, z. B der Schwefelsäure in Verbindung mit einem Metalloxyde, oder des Wassers in Verbindung mit Schwefelsäure; ein in den meisten Fällen verhältnifsmäfsig geringer Theil dieser entwickelten Wärme wird durch die verhältnifsmäfsige Verdünnung des stärkeren oder basischen Körpers, deren Gröfse von der Wirkung des schwächeren Körpers auf den stärkeren abhängt, absorbirt; so dafs also die freie Wärme um so gröfser seyn wird, je gröfser der Unterschied beider, folglich auch je weniger die Dichtigkeit des Productes sich von der Dichtigkeit des basischen Körpers unterscheidet, unter übrigens gleichen Umständen. Es sey das Verhältnifs der absoluten Wärmemenge des sauren Körpers $= A$, jenes des basischen $= A'$, die Verdichtung des ersten $= C$, die Verdünnung des zweiten $= E$, so verhält sich die entwickelte ganze Wärme wie AC, und die absorbirte wie $A'E$. Das Verhältnifs von C und E hängt von der Cohärenzdifferenz der beiden Körper ab, indem C dem Cohärenzstreben von A, und E dem Cohärenzstreben von A' proportional ist. Da C immer gröfser ist als E, so könnte $AC = A'E$ nur dann werden, oder eine freie Wärmeentbindung in dem chemischen Acte nicht vorhanden seyn, wenn A' verhältnifsmäfsig gröfser wird als A. Dieser Fall scheint aber nicht möglich, weil wahrscheinlich das geringere Cohärenzstreben des sauren Körpers eben in seiner gröfseren absoluten Wärmemenge gegründet ist; daher die Entwickelung von freier Wärme bei der che-

mischen Verbindung sich als ein nothwendiger Erfolg darlegt. Die Dichtigkeit des neuen Productes mufs immer geringer seyn, als die Dichtigkeit des basischen Körpers, weil sie der letzteren nur gleich seyn könnte, wenn die Wirkung des sauren Körpers auf den basischen =0, folglich die Cohärenzdifferenz unendlich wäre. Sie mufs aber auch immer gröfser seyn, als jene des sauren, weil die Verdichtung des letztern durch die chemische Verbindung bedingt ist. Das Verhältnifs dieser Dichtigkeit hängt also von dem Verhältnisse von C und E ab; und sie wird um so gröfser seyn, je mehr das Cohärenzstreben des basischen Körpers jenes des sauren übertrifft; wobei jedoch auf den Einflufs der Krystallisation, als eines nachfolgenden und secundären, von dem chemischen Processe an und für sich unabhängigen Actes, nicht Rücksicht genommen wird.

Die vorliegende, auf einen factischen Grundsatz gestützte Theorie zeigt, dafs die chemischen Verbindungen nach dem Raume oder dem Volumen, nicht aber nach der Masse oder dem Gewichte vor sich gehen, weil diese Verbindung durch die Berührung der Fläche bedingt ist, also nur in der Fläche, folglich nur im Volumen vor sich geht. Hierauf beruht die Lehre der festen Mischungsverhältnisse in den chemischen Verbindungen. Die Fläche, welche gegen die andere in Wirkung ist, kann als eine der sehr dünnen Schichten, in welche man den Körper getheilt denken kann, angesehen werden. Die chemische Verbindung durch die Verdichtung des schwächern Körpers wird also nur möglich, indem sich mehrere solche hinter einander liegende Flächen oder Schichten zu einer einzigen, die nun die erste wird, verdichten, welche Schicht sonach mit der gegenwirkenden gleich grofsen Fläche oder Schicht in Verbindung tritt. Ein sehr kleiner Theil einer solchen Fläche heifse Atom, als ein unendlich kleines Volumen, so werden durch die Verdichtung 2, 3, 4 und so weiter Atomen zu einem ver-

dichtet, in die Verbindung gebracht. Ist z. B. die Cohärenzdifferenz wie 1:2; so werden sich 2 Atome in 1 verdichtet, mit 1 Atom verbinden; und die Differenz ist in der Verbindung vollkommen aufgehoben. Wäre die Cohärenzdifferenz wie 1:2½; so kann die vorige Verdichtung auch nur entstehen, weil die dritte Schicht oder das dritte Atom nicht mehr in die Verdichtung aufgenommen werden kann; in der Verbindung ist also die Differenz nicht wie vorher aufgehoben, wie es die chemische Vereinigung verlangt, und sie kann also auch nicht eintreten. wenn nicht in einzelnen Fällen andere Einflüsse vorhanden sind.

Es ist nicht meine Absicht, hier die Erscheinungen der Elektricität, der Wärme und des Chemismus auf eine etwas erschöpfende Art auf den aufgestellten Grundsatz zurückführen zu wollen. Dazu wäre der Raum einer Abhandlung bei weitem nicht hinreichend. Es sey mir zum Schlusse nur noch erlaubt, zu erwähnen, dafs die Erscheinungen der Absorption und Verdichtung von Luftarten durch Flüssigkeiten, poröse feste Körper oder Körperflächen — deren Erklärung aus dem bisherigen Standpunkte kaum möglich war — sich aus dieser Theorie von selbst erklären, ja unmittelbar aus ihr folgen. Kommen Luftarten mit Körpern von gröfserer Cohärenz in Berührung, so wird an den Berührungspunkten ihre Verdichtung sollicitirt, und zwar um so mehr, je gröfser die Cohärenzdifferenz ist. Diese Verdichtung kann bei diesen Körpern in jedem Grade, und leichter als bei jedem andern Körper von Statten gehen; es steht der Befriedigung der Verdichtungstendenz also auch kein Hindernifs entgegen, ohne dafs in dem Augenblicke noch chemische Verbindung einzutreten braucht. Es entsteht also eine der Verdichtung angemessene Wärmeentwickelung, die selbst bis zum heftigsten Glühen zu steigen im Stande ist. Die Wirkung mufs der Anzahl der Berührungspunkte in derselben Zeit, folglich der Fläche proportional seyn,

und

und daher ist sie am stärksten bei Körpern, die mit sehr feinen Zwischenräumen versehen sind, wobei die Wirkung noch dadurch verstärkt wird, daſs in diesen Poren, oder zwischen zwei kleinen sich sehr stehenden Flächen, die verdichteten und erhitzten Luftflächen einander berühren, und die Erhitzung verstärken. Hieher gehören nicht nur die Erscheinungen von der Erhitzung des Platins und anderer Metalle durch Berührung verschiedener Luftarten, sondern auch die Selbstentzündung mancher pyrophorischen Mischungen.

VIII. *Ueber Doppelsalze, Cölestinglas und Wasserglas; von J. W. Döbereiner.*

Berthier's interessante Versuche über die Darstellung mehrerer Doppelsalze auf trockenem Wege (s. Poggendorff's Annalen J. 1828. No. 9. S. 100. ff.) erinnerten mich an ähnliche Versuche, die ich vor vielen Jahren angestellt habe, um *phosgensaure Salze* (von Berzelius Chlorkohlenoxydsalze genannt) und *chlorschwefeligsaure Salze* auf pyrochemischem Wege entstehen zu lassen.

Ich fand nämlich bereits im Jahre 1816, daſs bei der Behandlung des kohlensauren Bleioxyds mit einer Auflösung von Chlorblei ein Salz gebildet wird, welches sich chemisch wie das bei *Matlock* in England gefundene Bleierz verhält. Ich betrachtete dieses Erz als phosgensaures Bleioxyd, und stellte mir vor, daſs im Processe der künstlichen Bildung desselben die an das Bleioxyd gebundene Kohlensäure durch die Neigung des Chlors, sich mit Kohlenoxyd zu verbinden, bestimmt werde, 1 At. ihres Sauerstoffs an das Blei des Chlorblei's zu entlassen, und dann als Kohlenoxyd mit dem Chlor zusammenträte, und mit diesem die zur Sättigung des gesammten Blei-

oxyds erforderliche Menge Phosgensäure bilde. Man wird diese Vorstellung nicht tadeln, sondern sie vielmehr für eine genügende Erklärung gelten lassen, wenn man geneigt ist, die Existenz der phosgensauren Salze zuzugeben; ich selbst aber werde sie verwerfen, wenn nachgewiesen werden kann, dafs diese Salze blos Doppelsalze, d. h. Verbindungen von Chloriden mit Carbonaten sind. Zu dieser (letztern) Ansicht neigt man sich, wenn man die Sättigungscapacität der Phosgensäure in Betracht zieht, und man verläfst sie wieder, wenn man erwägt, dafs diese Säure mit Ammoniak ein Salz bildet, welches sich anders als ein blofses Gemenge von Chlorammonium und kohlensaurem Ammoniak verhält — denn es löset sich, nach John Davy's Angabe, in Essigsäure *ohne Aufbrausen* auf. Es wäre der Mühe werth nachzusehen, ob das phosgensaure Ammoniak nicht vielleicht eine Verbindung von 2 Atomen Chlorammonium mit 1 Atom cyansaurem Ammoniak (Wöhler's künstlichem Harnstoff) sey, da $4(N\dot{H}) + 2(Cl\dot{C}) = 2(N\dot{H}Cl) + (N\dot{H} + CNO + \dot{H})$. An das Daseyn der phosgensauren Salze glaubend, liefs ich, um mehrere derselben darzustellen,

a) 1 Atom Chlorkalium und
1 Atom kohlensäuerliches Kali,
b) 1 Atom Chlorsodium und
1 Atom kohlensäuerliches Natron,
c) 1 Atom Chlorstrontium und
1 Atom kohlensaure Strontia,
d) 1 Atom Chlorbaryum und
1 Atom kohlensaure Baria

im Feuer der Alkohollampe schmelzend zusammentreten. Jedes dieser 4 Gemenge lieferte schon bei lebhafter Rothglühhitze eine durchsichtige und ganz dünnflüssige Verbindung, welche beim Erkalten zu einer ganz homogenen porcellanartigen Masse von mehr oder weniger blättrigem Gefüge erstarrte. Aber alle Versuche, aus diesen Verbindungen Phosgensäure darzustellen, sind vergebens

gewesen. Setzt man sie, während sie sich im feurigen Flusse befinden, mit Borsäure oder Kieselsäure (gepülverten Quarz) in Berührung, so erfolgt zwar ein sehr tumultuarisches Aufbrausen, aber das was dieses Aufbrausen bewirkt, ist Kohlensäure. Ich staunte, wie ich zum ersten Male diese energische Reaction der Kieselsäure wahrnahm, doch sehr bald erkannte ich als Ursache derselben den *flüssigen Zustand* der Salzmasse. Eine analoge Erscheinung bietet sich dar, wenn man entwässertes *Seignettsalz* verkohlt und die gepülverte Kohle in einem Platintiegel bis zum Schmelzen erhitzt. Die Masse wirft, wenn sie in Fluſs gekommen, Blasen, welche beim Zerplatzen sich entzünden und alkalisch reagirende Dämpfe verbreiten; eine Erscheinung, welche beweiset, daſs die Alkalien bei der Temperatur, wo sie schmelzen, reducirt werden. Lange vor Brunner hatte ich auch beobachtet, daſs die gröſste Menge von Kalium gebildet wird, wenn man 1 Atom (70 Gew. Th.) kohlensaures Kali nur mit 1 Atom (12 Gew. Th.) Kohlenstoff (Kienruſs) vermengt der *anfangenden* Weiſsglühhitze aussetzt, weil ein solches Gemenge bei dieser Temperatur *schmelzbar* ist, und ich theilte diese Erfahrung in Schweigger's Journal bei Gelegenheit einer Einladung an die chemischen Fabrikanten zur Darstellung der Alkalienmetalle im Groſsen mit. Wollte man jene neuere Erfahrung technisch benutzen, so würde man ohne Zweifel eine flüssige Legirung von Kalium und Natrium erhalten, welche jedoch eben so wie das Kalium als chemisches Agens gebraucht werden könnte.

Man erinnert sich vielleicht noch des nicht uninteressanten Resultats eines zuerst von Sertürner und nachher von mir angestellten Versuches über das Verhalten des Chlornatriums gegen *wasserfreie* Schwefelsäure. Jenes Resultat bestimmte mich zu glauben, daſs eine Verbindung von Chlor mit schwefliger Säure möglich seyn könne, und ich nahm daher Gelegenheit zu erforschen,

wie sich Gemenge von Chloriden und schwefelsauren Salzen im Feuer verhalten. Die verschiedenen Gemenge, welche ich in dieser Hinsicht prüfte, bestanden aus:

a) 1 Atom Chlorkalium und
1 Atom schwefelsaurem Kali,
b) 1 Atom Chlornatrium und
1 Atom schwefels. Natron,
c) 1 Atom Chlorstrontium und
1 Atom schwefelsaurer Strontia,
d) 1 Atom Chlorbaryum und
1 Atom schwefelsaurer Baria.

Jedes derselben kam sehr leicht in Fluſs und bildete eine durchsichtige Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer homogenen mehr oder weniger durchscheinenden Masse erstarrte. Ging das Erkalten langsam von Statten, so erschienen die erstarrten Massen auf dem Bruche strahlich-krystallisch, zuweilen auch blos körnig.

Es wäre sehr zu wünschen, daſs Jemand geneigt seyn möchte, diese und Berthier's Versuche im Groſsen zu wiederholen und die geschmolzenen Producte möglichst langsam aus dem flüssigen Zustande in den starren übergehen zu lassen.

Eine sehr schöne, perlmutterartige Masse wird gebildet, wenn man

1 Atom kohlensäuerliches Kali	70
1 Atom kohlensäuerliches Natron	54
1 Atom kohlensaure Strontia	74

schmelzend zusammentreten läſst. Dieses 3fache Salz bildet, mit 14 Atomen Kieselsäure zusammengeschmolzen, ein ausgezeichnet schönes Glas, welches viel leichter schmelzbar als das gewöhnliche Kronglas, und nicht allein specifisch schwerer, sondern auch von einer stärkern lichtbrechenden Kraft ist, als dieses. Ich nenne dieses, erst vor kurzen dargestellte Glas *Cölestinglas*, und bezeichne es mit der Formel: $\dot{K}\dot{Si}^6 + \dot{Na}\dot{Si}^6 + \dot{Sr}\dot{Si}^2$. Ueber diese und anderweite hyalurgischen Versuche werde ich zu sei-

ner Zeit ausführlichen Bericht erstatten. Hier will ich nur noch anzeigen, dafs ich auch, jedoch nur auf microchemischem Wege, *Barytglas* aus

1 Atom (70 Gew. Th.) $\dot{K}\ddot{C}$
1 Atom (54 Gew. Th.) $\dot{Na}\ddot{C}$
1 Atom (99 Gew. Th.) $\dot{Ba}\ddot{C}$
14 Atom (224 Gew. Th.) $\dot{Si}$

und eine Art Wasserglas aus

1 Atom $\dot{K}\ddot{C}$
1 Atom $\dot{Na}\ddot{C}$
12 Atom $\dot{Si}$

dargestellt habe. Beide Gläser sind von der reinsten Klarheit und so hart, dafs ihre scharfen Kanten Fensterglas ritzen. Das letztere, nämlich das aus $\dot{K}\dot{Si}^6 + \dot{Na}\dot{Si}^6$ bestehende Silicat löset sich gepülvert in kochendem Wasser auf, und bildet damit eine Flüssigkeit, welche weit dünnflüssiger und nicht so sehr zum Gerinnen geneigt ist, wie die des Fuchs'schen Wasserglases, und dringt daher leichter in die Poren des Holzes. Das damit getränkte und wieder getrocknete Druckpapier sieht wie gefirnifst aus, ist etwas transparent, biegsam und reagirt nicht merklich auf die Dinte, womit man es beschreibt. Dieses Doppelwasserglas ist so leicht schmelzbar, dafs man es in einem Platintiegel über dem Feuer einer Alkohollampe mit starkem Zuge darstellen kann.

Fuchs verdient für die Erfindung des Wasserglases den Dank der Welt, und dieser wird ihm werden, denn die Erfahrung lehret, dafs die Welt sich stets für die Arbeiten desjenigen Chemikers interessirt, welcher geneigt ist und sich bemühet, seine durch wissenschaftliches Forschen gewonnene Kenntnisse möglichst zu popularisiren. Fuchs hat diefs gethan, und er wird dafür, aufser jenem Danke, auch noch die Freude haben, von den Architekten zu erfahren, dafs sein Wasserglas das Holz

nicht blos relativ unverbrennlich, sondern auch fähig macht, sich mit der Stein- oder Erdmasse, womit man die Zwischenräume eines hölzernen Baugerippes auszufüllen pflegt, chemisch zu verbinden, und in Folge dieser Verbindung dem Gebäude selbst mehr Dauer und Festigkeit zu geben. Wären unsere Wohnungen noch wie ehedem ganz von Holz, was sich gewiſs Viele der Gesundheit wegen wünschen, so würde der Verbrauch des Wasserglases so bedeutend seyn, daſs die Darstellung desselben eine gröſsere Zahl von Fabriken, als die des gewöhnlichen Glases, beschäftigen würde. — Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit den Wunsch auszusprechen, daſs man versuchen möchte, Holz vor der zerstörenden Wirkung des sogenannten Hausschwammes und des Holzwurmes durch Bestreichen desselben mit Holzessigsäure oder holzessigsaurem Eisenoxyd zu schützen; denn bekanntlich widerstehet Holz, welches auf der Oberfläche verkohlt und dadurch zugleich im Innern mit Holzessigsäure getränkt worden, dem Aufkommen dieser zerstörenden organischen Potenzen. Das Holz bildet mit der Kohle, nach meinen Versuchen, keine elektrische Kette, und darum wird dasselbe in Berührung mit Kohle nicht oxydirt, was doch geschehen müſste, wenn es durch diese positiv elektrisch gemacht werden könnte.

IX. *Ueber die Bergkrystall-Fernröhre (lunettes vitro-cristallines); von Hrn. Cauchoix.*

(*Annal. de l'industr. française et étrangère*, *T. II. p.* 34.)

Diese Fernröhre, auf welche ich ein Patent genommen habe, unterscheiden sich von andern durch die Wahl der durchsichtigen Mittel, die zur Hervorbringung der Bilder dienen. Ohne Schaden der Deutlichkeit, vermehre

ich dadurch die Helligkeit und verkürze beträchtlich die Länge der Instrumente.

Jedermann weiſs, daſs die Objective der achromatischen Fernröhre aus zwei durchsichtigen Substanzen bestehen, welche die Eigenschaft besitzen, daſs sie, in ihrem gemeinschaftlichen Brennpunkte, fast ganz von Regenbogenfarben befreite, Bilder geben. Die Erfahrung hat gelehrt, daſs, in Bezug auf Leichtigkeit der Anwendung und auf Dauerhaftigkeit der Instrumente, Kron- und Flintglas die geeignetsten Substanzen hiezu sind. Unter dem Namen *Kronglas* verstehen die Optiker das Glas, aus welchen die Trinkgläser und Spiegel bestehen, und welches durch Zusammenschmelzung von Sand und Pottasche bereitet wird. Um das *Flintglas*, das Krystallglas der Fabrikanten, zu erhalten, muſs man diesem Gemische noch Mennige oder Bleioxyd zusetzen. Der Unterschied in der Dichte, welcher durch diesen Zusatz entsteht, bewirkt eine Ungleichheit in den lichtbrechenden Kräften, und im directen Verhältnisse dieser Ungleichheit wird auch die Brennweite des Objectives kürzer. Man war zu schlieſsen berechtigt, daſs es Vortheil hätte, dem Flintglase mehr Dichte, und folglich mehr Brechkraft, zu geben; allein man glaubte allgemein, daſs die Vermehrung des Bleioxyds in der Glasmischung auch ihre Mängel vermehre, und man begnügte sich daher mit einem Flintglase, dessen specifisches Gewicht, das des Wassers gleich 10 gesetzt, von 31 ½ bis 33 ging. Die Schwierigkeit, von beiden Glassorten und besonders vom Flintglase, hinlänglich reine Scheiben zu erhalten, hat mehrere Gelehrten zu Versuchen veranlaſst, das letztere durch Flüssigkeiten zu ersetzen. Vor 40 Jahren hat der Dr. Blair einige gelungene Versuche der Art gemacht, und neuerlich sind sie durch Hr. Fresnel wieder erneuert *); allein

*) In der allerneuesten Zeit hat bekanntlich auch Hr. Barlow versucht, das Flintglas durch eine mit Schwefelkohlenstoff gefüllte Linse zu ersetzen. (S. diese Ann. Bd. 90. S. 313.) *P.*

bis jetzt haben sich die Fernröhre mit Flüssigkeiten nicht vervielfältigt, vielmehr haben die Physiker wiederum die Fabrikation des Flintglases anempfohlen, und die Academien Preise auf dessen Verfertigung ausgesetzt.

Trotz dieser Aufmunterungen bedient man sich überall eines Kronglases und Flintglases von fast gleicher Beschaffenheit, seit der Entdeckung des Achromatismus bis zum J. 1810, der Epoche, in welcher es Hrn. Guinand dem Aeltern, zu *Neufschatel*, gelang, Flintglas-Scheiben nicht blofs von einem bis dahin noch nicht erhaltenen Durchmesser, sondern auch von grofser Reinheit und einem specifischen Gewichte von 36 darzustellen. Dieser Umstand gab seinem Glase den Vorzug vor dem aller übrigen Fabriken, weil es die Verkürzung der Fernröhre begünstigen mufste.

Es ist fast überflüssig zu bemerken, wie wichtig es seyn würde, Fernröhre zu haben, die bei grofser Kraft möglichst kurz wären. Um indefs eine Idee von der Wichtigkeit, die mit dieser Verkürzung verknüpft ist, zu geben, braucht nur gesagt zu werden, dafs, seit Erfindung der ersten Fernröhre bis zu den jüngsten Zeiten, die berühmtesten Mathematiker sich mit Aufsuchung der Curven beschäftigt haben, die zur Vervollkommnung dieser Instrumente dienen, d. h. den gröfstmöglichen Effect bei den kleinsten Dimensionen gewähren. Allein, obgleich es den Optikern gelungen ist, von Zeit zu Zeit Objective von grofser Oeffnung und einer ziemlich kurzen Brennweite zu verfertigen, und obgleich man dabei Vortheile gefunden hat, so hat doch die Nothwendigkeit, die Fernröhre zu mäfsigen Preisen zu liefern, zum Gebrauche kleinerer Durchmesser gezwungen, selbst in München, einer mit grofsen Kosten unter der Leitung von Reichenbach errichteten Anstalt, in welcher man ausschliefslich das Guinand'sche Flintglas angewandt hat *).

*) Hr. Cauchoix wiederholt hier eine irrige Behauptung, die neuerlich, auf Veranlassung der von den HH. Thibeaudeau

Dieses Flintglas ist seither immer selten in Frankreich gewesen, und noch seltner in England.

Während man darauf hinarbeitete, das Flintglas, als das Mittel zur Vervollkommnung der achromatischen Ob-

und **Bontemps** dargestellten Flintglas-Scheiben von ungewöhnlicher Gröfse, durch mehrere Zeitschriften, namentlich durch den *Globe* und die *Bibliothèque universelle*, verbreitet worden ist. In der letztgenannten Zeitschrift, *T. XXXIX. p.* 175. (November 1828), ist nämlich der Bericht über die Resultate der HH. **Thibeaudeau** und **Bontemps** von Seiten der Herausgeber mit folgendem Zusatz versehen worden.

Es ist bekannt, dafs man die Flintglas-Objective von grofser Oeffnung, mit denen gegenwärtig die stärksten Fernröhre versehen sind, den Untersuchungen und der Beharrlichkeit des verstorbenen **Guinand**, zu Brenets im Canton Neufchatel, verdankt. Das neunzöllige Objectiv des Fernrohrs in der Sternwarte zu Dorpat, das zwölf und einhalbzöllige Objectiv an Hrn. **Cauchoix's** Fernrohr, welches im J. 1823 auf der Ausstellung zu Paris erschien, und sich gegenwärtig auf dem Observatorio daselbst befindet, endlich das Objectiv von 12 Zoll 1 Lin. eines Fernrohrs von **Lerebours**, welches demselben Observatorio gehört, gingen aus den Tiegeln des Hrn. **Guinand** hervor. Kurz nach dem Tode dieses achtbaren Künstlers (Febr. 1824) haben wir in einem Aufsatze (*Bibliothèque universelle, T. XXV. p.* 142. 227.; auch sehe man den Bericht an die astronomische Gesellschaft zu London über das Flintglas von **Guinand**, ebendaselbst *T. XXXII. p.* 244.), die lange Reihe von Arbeiten kennen gelehrt, durch welche er zu seinen schönen Resultaten gelangt ist. Der Auszug aus dem *Globe*, aus welchem wir die eben mitgetheilte Neuigkeit entlehnt haben (sie findet sich am Schlusse dieser Notiz *P.*), zeigt, dafs die HH. **Thibeaudeau** und **Bontemps** dem Andenken des Hrn. **Guinand** die schuldige Gerechtigkeit haben widerfahren lassen. Sie setzen hinzu, dafs sie ihre ersten Arbeiten in Gemeinschaft mit Hrn. **Lerebours** und Hrn. **Guinand** dem Sohne unternommen hätten, welcher letzterer nach mehrmonatlichen fruchtlosen Versuchen eingestehen mufste, dafs die von ihm gelieferten Angaben unvollständig wären, und dafs das, was er von den Verfahrungsarten seines Vaters kennte, zur Verfertigung eines für die Optik tauglichen Flintglases nicht hinreiche. Wir müssen darauf entgegnen, dafs Hr. **Guinand** mehr als einen Sohn hatte, und das derjenige,

jective, reiner und dichter zu erhalten, hat keiner daran gedacht, das Kronglas durch eine andere Substanz zu ersetzen; und doch gestattet die Substanz, die man statt seiner nehmen kann, den Fernröhren eine größsere Deut-

von dem die Rede war, sich nicht nach den Untersuchungen seines Vaters gerichtet hatte. Derjenige, welcher von Jugend auf beständig mit ihm gearbeitet hat, ist Hr. Aimé Guinand, welcher gegenwärtig zu *Brenets* etablirt ist, und die Fabrication des Flintglases fortsetzt. Schon hat er *Wien*, *Paris* und *London* mit Stücken versehen, welche beweisen, dafs er im Besitz der Verfahrungsarten seines Vaters ist, und in diesem Augenblick hat er Geschäftsträger in jenen drei Städten. Wir verbürgen die Wahrheit dieser Angaben, die uns darum wesentlich erscheinen, damit man wisse, dafs die wichtige Fabrication des Flintglases in dem Lande, in welchem sie so sehr vervollkommt wurde, nicht verloren gegangen ist.

Hienach wäre es also Hr. Guinand, der die Construction solcher gigantischen Teleskope, wie sie gegenwärtig in *Dorpat*, *Paris* und seit Kurzem auch in *Berlin* vorhanden sind, möglich gemacht hätte, und ihm würde dann die practische Astronomie eine ihrer wesentlichsten Bereicherungen zu verdanken haben. Indefs verhält sich die Sache nicht ganz so. Hr. Geheimer Rath v. Utzschneider hat in einer öffentlichen Erklärung, die er mit Recht dem Andenken des unsterblichen Fraunhofer's und dem wohlbegründeten Rufe des optischen Instituts zu *Benedictbeuren* schuldig zu seyn glaubte, dargethan, dafs die eben mitgetheilten Angaben der *Bibliothèque universelle* nicht die Authenticität besitzen, welche die Herausgeber dieser Zeitschrift ihnen zuschreiben. Den Beleg dazu mag der folgende Auszug aus Hrn. v. Utzschneider's Erklärung liefern, den wir mit den Worten des Verfassers aus der *allgemeinen Zeitung* vom 25. Januar 1829 entnehmen.

„Ehe Hr. Peter Ludwig Guinand in meine Dienste wirklich eintrat, mufste er mir vor Allem dasjenige mittheilen, was er bis zu diesem Zeitpunkte in Bezug auf Glasschmelzen geleistet hatte; dieses that er auch, und ich kam dadurch in Besitz einer Beschreibung der von ihm seit dem Jahre 1775 gemachten kleinen Glasschmelzen. Ich sah daraus, dafs er sich in dieser Beziehung sehr viele Mühe gab, aber bis dahin ein günstiges Resultat weder für die Erweiterung der Wissenschaft, noch zu seinem eigenen Vortheile hervorbrachte. Indessen war mir der

lichkeit, gröfsere Helligkeit und geringere Länge zu geben, ohne die Verfertigung beträchtlich zu erschweren oder den Preis zu erhöhen. Ich spreche hier vom Bergkrystall, der, zweckmäfsig bearbeitet, alle diese Vortheile

Mann willkommen, der bereits einige — wenn auch zu keinem erwünschten Erfolge führende — Versuche gemacht hatte; seine Fehler zeigten mir den Weg, welchen man einschlagen mufs, um zum Ziele zu gelangen. Ich entschlofs mich, diese Versuche nach einem geregelten Plane mit ihm fortzusetzen, und bei allem Glasschmelzen, nachdem ich damals vom Staatsdienste dispensirt war, selbst gegenwärtig zu seyn. Wir brachten auch einige Glasplatten, welche zu Objectiven für bereits getheilte Mefsinstrumente des mechanischen Instituts: Reichenbach, Utzschneider und Liebherr, verwendet wurden, zu Stande. Unsere Versuche wurden fortgesetzt, bis ich — in den Staatsdienst abgerufen — Hrn. Fraunhofer die Aufsicht über die auf meine Kosten unternommenen Glasschmelzen übertrug; auch dann wurden noch immer Versuch-Schmelzen, worüber Hr. Fraunhofer mir allezeit schriftliche Nachricht ertheilte, gemacht. Im gröfsten Drange meiner damaligen Geschäfte im Staatsdienste erhielt ich einen Brief vom Hrn. P. L. Guinand, vom 6. Dec. 1813, worin er mir meldete, dafs er wegen Familienverhältnisse in seine Heimath nach *Brenets* zurückkehren müsse; er ist auch wirklich bald darauf dahin abgereist, und nicht wieder nach *Benedictbeuren* zurückgekommen. Die eigenhändige Beschreibung seiner Glasfabrication, welche Hr. Guinand bei seinem Eintritte in meine Dienste mir übergab, und die ich noch in Händen habe, beweist, dafs er im Jahre 1805 mit der Glaserzeugung für optische Zwecke noch ganz und gar nicht im Reinen war, und dafs er erst durch die Versuche, die er in Benedictbeuren mit mir auf meine Kosten machte, brauchbares Glas schmelzen zu lernen Gelegenheit fand. Das Glas, welches bei seinem Austritt aus meinem Dienste zu Anfang des Jahres 1814 geschmolzen wurde, stand auch demjenigen, welches später unter Fraunhofer's Aufsicht erzeugt worden, an Güte weit nach. *Das Flintglas, welches zu dem Refractor in Dorpat verwendet worden, kam erst vier Jahre nach der Abreise des Hrn. Guinand von Benedictbeuren aus der* 33. *Schmelze, welche am* 18. *December* 1817 *statt hatte, hervor.* Zu dieser Glasschmelze, so wie zur 32. habe ich den Hauptbestandtheil geliefert. Am 11. Januar 1816 schrieb mir Hr. P. L. Guinand,

gewährt. Es ist auffallend, dafs derselbe niemals zu diesem Zwecke angewandt worden ist, da man ihn doch so vielfältig für den Gebrauch der Physiker, und besonders zur Verfertigung von Mikrometern zerschnitten hat. Den-

dafs er Gelegenheit habe, die Direction einer bedeutenden Glasfabrik zu übernehmen; ich antwortete ihm darauf, dafs er dieses thun solle, und dafs ich nichts entgegen habe, wenn er zu gleicher Zeit Jemanden die Erzeugung des Flint- und Crownglases lehre. — Bald darauf und zwar in einem Briefe, den ich am 10. Febr. 1816 von ihm erhielt, äufserte er wiederholt den Wunsch, in meine Dienste zu treten, mit dem Beisatze: „*j'ai nouvellement acquis des connaissances sur la fonte du verre, je les ai mises en practique dernièrement par deux petites fontes.*" Hr. P. L. Guinand war demnach bis zum J. 1816 mit seiner Glaserzeugung für optische Zwecke noch nicht im Reinen. Mein seliger Freund Fraunhofer hat nach der Abreise des Hrn. P. L. Guinand mit meinem Vorwissen noch einige grofse kostbare Glasschmelzversuche gemacht, welche gut ausfielen. Nach seinem leider zu früh erfolgten Tode übernahm ich die Schmelzung des Glases für mein optisches Institut, welches bisher an brauchbarem Flint- und Crownglase noch keinen Mangel hatte, und auch in Zukunft nicht haben wird. — Die Fernröhre, welche seit Fraunhofer's Tod aus meinem optischen Institute in die Welt hinausgingen, und wozu die Objective aus neugeschmolzenem Glase verfertigt werden, widerlegen die Angabe der genannten Zeitschrift *le Globe*, dafs mit Fraunhofer und dessen Gehülfen Guinand ihr Geheimnifs, ganz reines Flintglas zu optischen Zwecken und in beliebiger Gröfse zu verfertigen, zu Grabe getragen sey. — Bei der Gewifsheit, dafs ich in der Erzeugung dieser Glasarten in meinen Glasöfen nicht zurückbleiben werde, freuet es mich, wenn auch Andere diesen Industriezweig versuchen, und veranlassen, dafs aus ihrem Flint- und Crownglase bessere Sehwerkzeuge, als bisher die bayerischen waren, auch wirklich einmal verfertigt werden."

So weit Hr. v. Utzschneider. Die einfache Darlegung des Thatbestandes macht gewifs jeden weiteren Commentar überflüssig.

Gehen wir jetzt zu den Versuchen der HH. Thibeaudeau und Bontemps über. Nach dem schon vorhin erwähnten Bericht in der *Biblioth. univers.* haben diese Herren, Glasfabrikanten zu Choisy-le-Roy, der Pariser Academie eine Abhand-

noch ist es gewifs, dafs man nirgends ein Fernrohr dieser Art findet, weder auf den Sternwarten, noch in den vollständigsten physikalischen Cabinetten.

Um eine richtige Idee von der Anwendung des bisher bekannten Kron- und Flintglases zu geben, will ich die Objective, welche man dadurch, dafs man die beiden Gläser gewissen ähnlichen Bedingungen anpafst, bilden kann, in Bezug auf die Brennweite mit einander vergleichen. Als Basis nehme ich die berühmten Fernröhre von 3½ Zoll Durchmesser und 42 Zoll Brennweite, wel-

lung über die Fabrication des Flint- und Kronglases übersandt, deren Lesung, am 20. October 1828, mit Vorzeigung mehrerer, zu grofsen achromatischen Objectiven geeigneter, Stücke jener beiden Glassorten begleitet wurde. Die vier der Academie zur Prüfung übergebenen Flintglas-Scheiben hatten folgende Durchmesser:

13 Centimet. oder	5 Zoll	10 Lin.	33 Centimet. oder	12 Zoll	
15½ -	- 6 -	8 -	38 -	- 14 -	

Die Kronglas-Scheiben waren dagegen von weit geringerer Gröfse, indefs, wie die HH. Th. und B. bemerkten, nur in Folge zufälliger Umstände, und sie versprachen, obgleich ihnen die Verfertigung des Kronglases, im Widerspruch mit der herrschenden Meinung, kaum leichter als die des Flintglases erschienen war, in Kurzem aus dem erstern Glase eben so grofse Scheiben zu liefern, als sie von letzterer Glassorte bereits eingesandt hatten. Die Commissaire der Academie hielten es darauf für rathsam, ihr Gutachten über das Flintglas bis zur Einsendung der versprochenen Kronglasscheiben zu verschieben, bemerkten indefs, dafs das Flintglas der HH. Th. und B. nicht ganz das specifische Gewicht des Guinand'schen Flintglases besitze, einen Mangel, dessen Beseitigung jene Herren aber, ohne Schaden für die übrigen Eigenschaften dieses Glases, ganz in ihrer Gewalt zu haben glaubten.

Noch mag hier die Bemerkung eine Stelle finden, dafs es, nach einer vorläufigen Nachricht in den *Astronomischen Nachrichten*, No. 150. S. 120., Hrn. Faraday gelungen ist, mit boraxsaurem Bleioxyd ein Glas zu machen, dessen specifisches Gewicht 5,3 beträgt, und dafs ein bereits von diesem Glase gemachtes Fernrohr von 2½ Zoll Oeffnung vorzüglich ausgefallen ist. *P.*

che **John Dollond**, kurz nach seiner Entdeckung, im Jahre 1758 ausgeführt hat. Sie können als Beispiel genommen werden, weil sie durch ganz Europa verbreitet und dabei fast von derselben Güte sind, wie alle Fernröhre von gleichen Dimensionen, welche man seit jener Zeit verfertigt hat. Ich habe den Vortheil genossen, mit dem besten aller dieser Fernröhre, nämlich dem im Besitze des Präsidenten **Sarron**, den Himmel zu beobachten. Man bemerkt an seinen Objectiven, das die Winkel der Prismen, welche die Gläser, vermöge der Krümmung ihrer Flächen, an dem Rande bilden, bei dem englischen Kronglase 12° 21′ 5″, und bei dem Flintglase 8° 40′ 22″ betragen. Man könnte, wenn man sich desselben Flintglases bedient, Spiegelglas anwenden: durch diese Vertauschung würde die Brennweite von 42 Zoll auf 40 verkürzt werden. Wenn man aber auf eine so unbeträchtliche Verkürzung keinen Werth legt, und das, in mancher Beziehung vorzüglichere englische Kronglas, oder ein anderes Glas von ähnlicher Beschaffenheit, beibehält, und, mit steter Anwendung der obigen Winkelwerthe, statt des englischen Flintglases, das **Guinand**'sche nimmt, so würde die Brennweite auf 36 Zoll reducirt werden. Diese, schon schätzbare, Vervollkommnung erlaubt entweder die Fernröhre kürzer zu machen, oder, wenn man die gewöhnliche Länge beibehält, ihnen eine gröfsere Deutlichkeit zu geben, weil alsdann die Winkel kleiner, d. h. die Krümmungshalbmesser der Flächen gröfser, sind.

Wenn man, unter Beibehaltung des englischen Flintglases oder eines Glases von ähnlicher Dichte und des für dasselbe genommenen Winkels, das andere Glas durch Bergkrystall ersetzt, so findet man, dafs die Brennweite auf 28¼ Zoll verkürzt wird. Endlich reducirt der Bergkrystall, verbunden mit **Guinand**'schem Flintglase, die Brennweite auf 25 Zoll, wenn man den Objectiven den von **Dollond** gewählten Durchmesser von 3½ Zoll läfst.

Man kann darauf rechnen, dafs die Bergkrystall-Fernröhre, wenn sie mit derselben Sorgfalt bearbeitet worden sind, bei gleicher Vergröfserung die Gegenstände eben so scharf wie die gewöhnlichen Fernröhre zeigen, und dafs die Helligkeit in dem Maafse überwiegt, als das beste Kronglas, welches immer mehr oder weniger grünlich ist, an Durchsichtigkeit vom Bergkrystall, der von unnachahmlicher Farblosigkeit ist, übertroffen wird.

Obgleich Dollond eine grofse Menge Fernröhre von den Dimensionen, welche ich meinen Vergleichungen zum Grunde gelegt, verfertigt hat, so verringerte er doch, zur Erleichterung des Erfolgs und Ermäfsigung des Preises seiner Fernröhre, für gewöhnlich den Durchmesser seiner Objective von 43 Zoll Brennweite auf 31 oder 32 Linien. Aus dem zuvor erwähnten Calcul ersieht man, dafs man, bei Anwendung des Bergkrystalles und des englischen Flintglases, oder irgend eines anderen Glases von derselben Dichte, *sehr leicht* im Stande ist, einem Objective von 32 Lin. Durchmesser eine Brennweite von 28 Zoll zu geben, während, mit dem gewöhnlichen Material, die Fernröhre von solchen Dimensionen sehr selten und sehr theuer sind, was die Schwierigkeiten ihrer Verfertigung bezeugt.

Wenn die Anwendung des Bergkrystalls auch nur diesen Vortheil hätte, so verdient sie schon eine günstige Aufnahme, weil sie eine Vervollkommnung herbeiführt, welche das Ziel der Künstler und Gelehrten war, und von allen, welche optische Instrumente gebrauchten, lebhaft gewünscht wurde. Allein auch andere, zwar weniger wichtige, aber dennoch nicht uninteressante, Betrachtungen sind mit dem Hauptnutzen dieser Erfindung verknüpft. Man hat gesehen, dafs, wenn man Bergkrystall statt Kronglas nimmt, die Länge der astronomischen Fernröhre um ein Drittel verkürzt werden kann, z. B. von 42 Zoll auf 28, und von 36 Zoll auf 25; bei terrestrischen Fernröhren ist diese Verkürzung aber noch be-

trächtlicher. Bei diesen Fernröhren, mit Objectiven von kürzerer Brennweite, bedarf man, um dieselbe Vergröfserung zu erhalten, Oculare von kürzerer Brennweite. Will man die Wirkung eines gegebenen Fernrohrs nachahmen, so kann man, wegen des Unterschiedes der Helligkeit, einen kleineren Durchmesser anwenden, und so kann man die Gröfse des Objectives um ein Achtel, und die gesammte Länge des Instruments auf die Hälfte reduciren.

Die Härte des Bergkrystalls, welche das Schleifen seiner Flächen schwierig, oder, genauer gesprochen, etwas langwierig macht, ist für die Dauerhaftigkeit dieser Objective ein nützlicher Umstand. In der That, da alle Linsen, mit Ausnahme einer einzigen, aus Bergkrystall bestehen, so sind die Flächen nicht mehr den Veränderungen ausgesetzt, welche die andern nothwendig durch den Gebrauch erleiden.

Die Einführung des Bergkrystalls bei den Fernröhren beweist, dafs er mit noch gröfserem Rechte zu Lupen oder Brillengläsern angewandt werden kann, sobald man ihn nur zweckmäfsig schleift; ein Umstand, auf den man bis jetzt bei der Fabrication zu wenig Sorgfalt verwandt hat *).

Ich

*) Brillengläser aus Bergkrystall sind indefs schon seit längerer Zeit bekannt. Neu dagegen ist die Anwendung des Diamants und des Sapphirs zu mikroskopischen Linsen, welche man Hrn. A. Pritchard in London verdankt. Nach mehreren vergeblichen Versuchen, ist es demselben zu Ende des Jahres 1826 gelungen, aus einem Diamanten eine biconvexe Linse von gleichen Radien zu schleifen, die eine Brennweite von $\frac{1}{25}$ Zoll besitzt, und bei einer Oeffnung von $\frac{1}{30}$ Zoll eine vortreffliche Wirkung thut. (*Journ. of Scienc. T. II. p.* 17.) Die Schwierigkeit, die, wegen der Härte des Diamants, mit dem Schleifen desselben verbunden ist, bestimmte ihn später den Sapphir zu diesem Zwecke anzuwenden, da derselbe sich vermöge seiner grofsen Refractions- und geringen Dispersionskraft hiezu besonders eignet. Die daraus geschliffenen Linsen wurden, ungeachtet ihrer

Ich habe so eben gezeigt, welchen Vortheil es habe, wenn man bei den durch Flintglas achromatisirten Objectiven, statt des Kronglases, selbst des besten, Bergkrystall nimmt; einen ähnlichen Vortheil erlangt man, wenn man das Flintglas durch eine Flüssigkeit ersetzt. Ich habe einigen Grund zu glauben, dafs man alsdann den gröfsten Effect bekommt, den man mit diesen optischen Instrumenten hervorbringen kann. Es wäre nicht unmöglich, die Schwierigkeiten zu beseitigen, welche mit den, zu verschiedenen Zeiten mit Erfolg verfertigten und wiederum verlassenen, Flüssigkeits-Fernröhren verknüpft sind.

Man könnte vielleicht den Einwurf machen, dafs der Bergkrystall nicht völlig das Kronglas zu ersetzen vermöchte, weil es unmöglich wäre, ihn in so beträchtlichen Massen zu erhalten, als zu den grofsen Flintglas-Scheiben, die man darstellen kann, erforderlich sind. Ich entgegne darauf, dafs es gegenwärtig von geringem Interesse ist, den Bergkrystall aufsuchen, da er, seit man ihn nicht mehr zur Verfertigung von Kronleuchtern und dergleichen Gegenständen anwendet, fast ganz aufser Gebrauch gekommen ist; dafs aber meine Erfindung das Bedürfnifs nach demselben wiederum fühlbar machen, ihn vielleicht im Preise erhöhen und in gröfserer Menge in den Handel bringen wird. Wie es scheint, findet er sich häufig in den Alpen, in Brasilien und auf Madagascar. Sind die Kaufleute in jenen Gegenden erst des Absatzes gewifs, werden sie auch die

schwach bläulichen Farbe, ganz vortrefflich gefunden (a. a. O. p. 459.). Hr. Pr. zählt übrigens irrigerweise den Diamant zu den Körpern mit doppelter, und den Sapphir zu den mit einfacher Strahlenbrechung, im geraden Widerspruch mit dem, was wirklich stattfindet, da der Diamant, als zum regulären Krystallsystem gehörend, das Licht einfach, und der Sapphir, als ein Krystall des rhomboëdrischen Systems, das Licht doppelt bricht. Nach den Messungen des Prof. Mitscherlich verhält sich die doppelte Strahlenbrechung des Sapphirs zu der des Bergkrystalls wie 1,1221 zu 1,0000. *P.*

Kosten der Aufsuchung und der Versendung desselben nach den Orten, wo er gebraucht wird, nicht scheuen. Wie dem aber auch seyn mag, so wird man für die gewöhnlichen Fernröhre nicht in Verlegenheit seinetwegen seyn. Schon jetzt besitze ich pafsliche Scheiben für Objective von einem Durchmesser, wie er für die gröfsten Winkelinstrumente zureichend ist.

Ich kann daher diese Erfindung dem Publicum mit einigem Vertrauen vorlegen. Sie scheint mir merkwürdig, sowohl weil sie einem fast vergessenen Naturproducte einen Geldwerth verleiht, als auch, weil sie ein Mittel giebt, für die Astronomie, für den See- und Landdienst, ja selbst für das Schauspiel, kräftigere und bequemere Fernröhre zu verfertigen.

Nachdem ich die Vorzüge des Bergkrystalls zur Ersetzung des Kronglases bei mehreren meiner Objective erkannt, habe ich in den letzten drei Monaten Fernröhre der Art verfertigt, von allen Dimensionen, welche der Gebrauch erfordert. Ich kann daher dem Publicum solche Fernröhre anbieten, welche meistens die gewöhnlichen von doppelter Länge ersetzen; wie mehrere Land- und Seeofficiere, denen ich solche geliefert habe, bezeugen können. Ich habe auch an einem Theodolithen ein Fernrohr von 20 Linien Durchmesser und 18 Zoll Länge, durch eins der neuen von gleicher Länge und 30 Linien *wirklicher Oeffnung* ersetzt. Mit diesem Fernrohre sieht man Sterne am Himmel, welche sich mit dem frühern nicht wahrnehmen lassen. Durch Verfolgung dieses Fabricationszweiges hoffe ich bald den Astronomen die gröfsten Fernröhre, welche mit den gegenwärtig in Paris befindlichen Bergkrystall-Stücken möglich sind, liefern zu können.

Die Vortheile, welche ich hinsichtlich der eigentlichen Fernröhre angegeben habe, kommen auch den Operngucken zu, zu welchen ich ebenfalls Bergkrystall angewandt habe. Die vermehrte Helligkeit, welche daraus er-

folgt, wird besonders merklich, wenn die Vergröfserung bis zu einer sieben- oder achtmaligen erhöht ist, wie man sie zum ersten Male bei den Operngückern mit veränderlicher Vergröfserung gesehen hat, die ich im Jahr 1816 der Academie der Wissenschaften überreichte.

X. *Untersuchungen über die Wärmewirkungen der Volta'schen Säule; von Hrn. de La Rive.*

(*Bibliothèque universelle*, *T. XL. p.* 40.) *).

Wenn man die beiden Pole einer Volta'schen Säule durch einen Leiter, z. B. durch einen Metalldraht, mit einander verbindet; so sieht man, dafs dieser Draht, falls er dünn und kurz genug ist, sich erhitzt, glühend wird, und bisweilen sogar schmilzt und verbrennt.

Das fortgesetzte Glühen, worin ein oft mehrere Fufs langer Platindraht durch eine etwas starke Säule erhalten werden kann, ist eins der schönsten physikalischen Phänomene. Nichts übertrifft auch an Glanz den Feuerstrahl zwischen zwei Kohlenspitzen, die mit den Polen der Säule in Verbindung stehen und einander nahe gebracht sind. Was aber diese Phänomene vor allen übrigen der Volta'schen Säule besonders auszeichnet, ist ihre *Continuität*. Priestley und mehrere andere Physiker haben, lange vor der Entdeckung der Säule, gefunden, dafs man durch den Schlag einer aus mehreren Leidner Flaschen bestehenden Batterie Metalldrähte zum Glühen und Schmelzen bringen kann; allein diese Wärmeerzeugung ist nur augenblicklich, während man einen Metalldraht von be-

*) Der vorliegende Aufsatz ist, nach der Angabe des Verfassers, ein Auszug aus einer ausführlicheren Arbeit, die nächstens im vierten Theile der *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève* erscheinen wird. *P.*

stimmter Länge und Dicke, mittelst der Volta'schen Säule, eine mehr oder weniger beträchtliche Zeit im Glühen erhalten kann. Das Glühen dauert so lange, als Elektricität erzeugt wird; so lange die Säule in Thätigkeit ist, zeigt sich die Wärmewirkung in dem Leiter, der die Pole verbindet, mit einer stets gleichen Kraft, und sie verschwindet nicht eher, als bis die Säule selbst zu wirken aufhört oder weniger kräftig wirkt.

Diese Beharrlichkeit in dem Wärmezustand des Metalldrahts hat die Physiker genöthigt, einer über diese Erscheinung gegebenen Erklärung zu entsagen, nach welcher sie, wie es scheint, voraussetzen, daſs die Elektricität den Wärmestoff, der in den von ihr durchlaufenen Körpern im natürlichen Zustande enthalten ist, durch eine Art von mechanischem Druck augenblicklich ausdrücke. Man ist also zu der Annahme geführt worden, daſs der entwickelte Wärmestoff in der Elektricität selbst befindlich sey, und aus der Vereinigung der beiden entgegengesetzten Elektricitäten hervorgehe. Sollte nicht aber diese etwas schwankende Erklärung einer gröſseren Bestimmtheit fähig seyn, und, zugegeben, was man unmöglich läugnen kann, daſs nämlich das Wärmeprincip, dessen Erregung unter gewissen Umständen merklich wird, in der Elektricität, und nicht in dem ihrer Wirkung unterworfenen Körper zu suchen sey; sollte man nicht erfahren können, durch welche Modificationen die Elektricität zu dieser Wärmeentwicklung fähig wird?

In einer früheren Abhandlung *) habe ich die Wärmeerzeugung, welche beim Durchgange des elektrischen Stroms durch einen Leiter von kleinem Durchmesser stattfindet, als analog derjenigen betrachtet, welche entsteht, wenn ein Gas von einem starken Druck zum Durchgange durch eine mehr oder weniger enge Röhre gezwungen wird. Diese Betrachtungsweise gründete sich auf die An-

*) *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, T. III. pt. 1. p. 123.

nahme, dafs die Elektricität ein Fluidum von ähnlicher Beschaffenheit wie die Gase sey; eine Annahme, gegen die sich starke Einwürfe machen lassen. Nachdem ich Gelegenheit gehabt, an dem Volta'schen Strom einige Eigenschaften aufzufinden, die mir zur Zeit meiner ersten Abhandlung unbekannt gewesen, bemerkte ich, dafs zwischen diesen Eigenschaften und den Wärmewirkungen der Säule einige Beziehungen vorhanden seyen, die, unabhängig von jeder Hypothese über die Natur der Elektricität, einiges Licht auf die Gattung von Modificationen werfen können, durch welche sie zu einer Wärmeentwicklung fähig wird.

Ich habe oft Gelegenheit gehabt zu bemerken, dafs der elektrische Strom allemal, wenn er aus einem Leiter in einen zweiten, den ersten berührenden, übergeht, einen nach den Umständen mehr oder weniger grofsen Theil seiner Intensität verliert. Diese Schwächung, welche vor allem bei dem Uebergange aus einem starren in einen flüssigen Leiter merklich ist, findet, obgleich in geringerem Grade, noch statt, wenn der Strom aus einer Flüssigkeit in eine zweite, mit der ersten in Berührung stehende Flüssigkeit übergeht, oder aus einem starren Leiter in einen zweiten ebenfalls starren, der von dem ersten verschieden ist und diesen blofs berührt.

Ich gehe weiter und denke mir, dafs diese Schwächung, die von dem Durchgange durch eine Reihe heterogener Leiter herrührt, auch noch statt findet, wenn dieser Strom, in der nämlichen Substanz, von einem Theilchen zum nächstfolgenden übergeht. Es würde daraus folgen, dafs die Unterschiede, welche die verschiedenen Körper in ihrem Leitungsvermögen zeigen, von den an Zahl und Gröfse mehr oder weniger beträchtlichen Verlüsten herrührt, welche die Elektricität beim successiven Uebergange aus einem Körpertheilchen in den nächstfolgenden erleidet.

Diese Ansicht von dem Elektricitäts-Leitungsvermö-

gen der Körper ist nicht ganz hypothetisch; man wird weiterhin ersehen, worauf diese Untersuchungen gegründet sind; für den Augenblick begnüge ich mich damit, eine einzige Thatsache zu ihrer Bestätigung anzuführen. Ich hatte beobachtet, daſs der elektrische Strom vermöge des Durchganges durch mehrere, abwechselnd starre und flüssige Leiter, gewisse Eigenschaften erhält, unter andern die: andere ähnliche Abwechslungen alsdann mit verhältniſsmäſsig geringerem Verluste zu durchlaufen. Ich habe mich nun überzeugt, daſs der Strom dieselbe Eigenschaft, und selbst in einem noch höheren Grade, erlangen kann, wenn er blos durch eine Flüssigkeit geht, die im Leitungsvermögen gleich ist dem Systeme von Abwechslungen, welches er im ersten Fall durchlaufen hat. Muſs er also nicht bei seinem Durchgange durch die homogene Flüssigkeit ähnliche Modificationen erlitten haben, wie er beim Hindurchgehen durch eine Reihe abwechselnd starrer und flüssiger Leiter erfährt; und müssen demnach nicht die gleichgroſsen Kraftverlüste, welche er in beiden Fällen erleidet, von ähnlichen Ursachen herrühren?

Kehren wir indeſs zu den Wärmewirkungen zurück, und sehen, welche Beziehungen sie mit den eben genannten Eigenschaften des Stromes darbieten. Das Studium dieser Erscheinungen und der Umstände, unter welchen sie auftreten, scheint zu beweisen, daſs die Wärmewirkung von dem Widerstande herrührt, welchen die Elektricität beim Uebergange aus einem Leiter in den andern, oder aus einem Körpertheilchen in das nächstfolgende erleidet, von einem Widerstande, der eine örtliche Verringerung entweder in der Intensität oder vielmehr in der Geschwindigkeit des elektrischen Stromes bewirkt. Man könnte aber hierauf entgegnen, daſs, nach dieser Ansicht, die Wärme am gröſsten seyn müſste, wenn der Leiter ein so schlechter wäre, daſs die Elektricität fast gar nicht mehr durchginge oder ganz gehemmt würde;

während doch die Erfahrung im Gegentheil als Bedingung zur Wärmeentwicklung die Nothwendigkeit zeigt, daſs der Strom wirklich auftrete, und die Substanz ein guter Leiter sey. Dieses Resultat der Erfahrung steht aber nicht, wie es im ersten Augenblick scheinen könnte, im Widerspruch mit dem oben Gesagten. Denn, wenn der Strom, vermöge irgend eines Widerstandes, eine Verringerung an Intensität oder Geschwindigkeit erleiden soll, ist es doch wohl nöthig, daſs er existire; auch ist jene Verringerung um so beträchtlicher, je stärker oder rascher der Strom ist.

Gehen wir jetzt zur Untersuchung der Thatsachen über, die mich zu der Ansicht geführt haben, daſs die Wärmewirkungen der Säule von der Schwierigkeit, welche die Elektricität beim Uebergange aus einem Körper in einen andern oder aus einem Theilchen in das folgende erleidet, herrührt, so wie von dem Widerstande, welcher ihr bei diesen successiven Uebergängen begegnet. Diese Thatsachen sind zweierlei Art; die einen entspringen aus der Untersuchung der Wärmewirkungen selbst, die andern aus der Untersuchung der Umstände, die zur Erzeugung dieser Wirkungen am geeignetsten sind.

I. Untersuchungen der Wärmewirkungen an und für sich.

Es ist bekannt, daſs Metalldrähte zwischen den Polen einer starken Volta'schen Batterie glühend wurden, ja selbst schmolzen und verbrannten, als Children die Verschiedenheiten zu studiren suchte, welche Drähte von gleicher Dicke und Länge, aber von verschiedener Natur, in dieser Beziehung darbieten möchten. Er gelangte zu dem sonderbaren Resultate, daſs, wenn man durch eine Reihe von zweierlei, an Länge und Dicke gleichen, Metalldrähten, die, regelmäſsig abwechselnd, mit ihren Enden in einander hängen, einen elektrischen Strom von bestimmter Intensität hindurchgehen läſst, alsdann alle Drähte der einen

Art glühend werden, und alle Drähte der andern Art vollkommen kalt bleiben *). Als Beispiel nehme ich den Versuch, welchen ich oft wiederholt habe, wo eine Kette aus einer Reihe von gleich dicken und gleich langen *Platin-* und *Silberdrähten* besteht, die abwechselnd an einander gefügt sind. So wie man mittelst dieser Kette die Pole einer starken Säule mit einander vereinigt, sieht man die Platindrähte glühend werden, während die Silberdrähte sich gar nicht erhitzen. Und doch ist es der nämliche Strom, der diese beiden Drahtarten durchläuft, und in ihnen so entgegengesetzte Wirkungen hervorbringt.

Ich habe auch beobachtet, dafs wenn der Strom nicht so stark ist, dafs die Drähte der Kette, welche sich erhitzen müssen, glühend werden könnten, sich alsdann das Glühen nur an den Einhängepunkten zeigt; und dafs im Allgemeinen, wenn man aus mehreren an einander gefügten, entweder homogenen oder heterogenen, Metalldrähten einen Leiter bildet, es jedesmal die den Berührungspunkten zunächst liegenden Portionen sind, welche sich am meisten erhitzen, und allein glühend werden, falls die Säule nicht so stark ist, dafs die ganze Kette zum Glühen kommen kann. Diese letzten Versuche zeigen also, dafs sich dort vor allem Wärme entwickelt, wo der Strom, weil er den Leiter wechseln mufs, den gröfsten Widerstand findet, und dafs dieser Widerstand, welchen die Elektricität in ihrer Bewegung antrifft, innig mit der durch sie erzeugten Wärmeentwicklung zusammenhängt.

Bei Children's Versuchen mit Ketten aus heterogenen Metallen wird immer derjenige Draht glühend, welcher, für sich genommen, der schlechtere Leiter ist, d. h. derjenige, in welchem der Strom beim Uebergange aus

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 52. S. 356. Späterhin hat auch H. Davy einen ähnlichen Versuch mit abwechselnd an einander gelötheten Silber- und Platindrähten angestellt, dies. Ann. Bd. 71. S. 268. *P.*

einem Theilchen in ein anderes den gröfsten Widerstand findet. So wird *Platin* glühend, *Silber* aber nicht. Eben so geräth das *Platin* noch in's Glühen, wenn aus ihm und *Gold* oder *Kupfer* eine Kette gebildet wird, während die beiden letzteren Metalle, welche für sich betrachtet bessere Leiter sind, nicht glühend werden. Dagegen wird in einer aus *Platin* und *Eisen* zusammengesetzten Kette das Platin nicht glühend, wohl aber das Eisen; allein Eisen ist auch ein schlechterer Leiter als Platin. Wenn es also wahr ist, dafs das Vermögen der Körper, die Elektricität zu leiten, nur von dem mehr oder weniger beträchtlichen Widerstand herrührt, den dieses Agens beim Uebergange aus einem Molecule in das nächstfolgende antrifft, so folgt daraus, dafs bei den Metalldrähten die Fähigkeit zum Erglühen, welche im umgekehrten Verhältnisse des Leitungsvermögens steht, sich auch umgekehrt wie der Widerstand verhält, welchen der elektrische Strom bei seinen successiven Uebergängen erfährt. Es würde zu ermüdend seyn, die Thatsachen, welche den genannten analog sind und sämmtlich zu demselben Schlusse führen, weiter in's Detail zu verfolgen. Ich will nur noch bemerken, dafs die Erscheinungen bei dem Erglühen, welches homogene Metalldrähte von verschiedentlicher Dicke und Länge zeigen, durchaus mit unserer Ansicht von dieser Wärmeentwicklung übereinstimmen.

Bis jetzt haben wir die Wärmewirkungen der Volta'schen Säule nur in den starren Körpern betrachtet; mufs nicht aber der Strom, und zwar in einem noch höheren Grade, Wärme entwickeln, wenn er durch eine Flüssigkeit geht? Obgleich er wirklich in derselben grofse Widerstände antrifft, so mufs man doch bemerken, dafs er sie vor allem bei seinem Uebergange aus dem starren Körper in die Flüssigkeit findet, z. B. beim Uebergange aus einem Platinstreifen in das gesalzene oder gesäuerte Wasser, worin man diesen Streifen eingetaucht hat. Hier sind zwei Ursachen vorhanden, die dahin trachten, die Menge

der sich etwa entwickelnden Wärmemenge zu vermindern. Die erste ist: die grofse specifische Wärme und die beträchtliche Masse der Flüssigkeit; die zweite: die Gasentwicklung längs der Metallplatten, welche nothwendig eine sehr bedeutende Portion der Wärme, die etwa durch den Durchgang der Elektricität erregt wird, fortnehmen mufs. Indefs findet immer eine Temperaturerhöhung in den Theilen der Flüssigkeit statt, wo der Strom zum Conductor hinausgeht, weil die Wärme, welche dieser örtliche Widerstand erregt, nicht ganz zur Gasbildung verwandt wird.

Eine sonderbare Thatsache, welche zugleich das Vorhergehende zu bestätigen scheint, ist die: dafs die Temperaturerhöhung immer beträchtlicher an demjenigen Pole ist, an welchem das geringere Gasvolumen entwickelt wird; so z. B. ist sie bei der Zersetzung des Wassers, am positiven Pol, wo der Sauerstoff auftritt, stärker als am negativen Pol, wo sich ein doppeltes Volumen Wasserstoff entwickelt. Ueberhaupt habe ich oft Gelegenheit gehabt zu bemerken, dafs, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, die an den beiden Polen erregte Wärme am stärksten ist in derjenigen Flüssigkeit, welche, in derselben Zeit, das kleinste Gasvolumen hervorbringt. Wenn man bedenkt, welche aufserordentliche Menge Wärme zur Bildung eines Gases nöthig ist, so wird man es nicht wunderbar finden, dafs, bei dem Durchgange des elektrischen Stromes, Flüssigkeiten sich nicht so sehr wie Metalldrähte erhitzen, vielmehr mufs man erstaunen, dafs die Elektricität noch Wärme genug erzeugt, um eine so beträchtliche und rasche Gasentwicklung, als man zuweilen beobachtet, zu veranlassen und die Temperatur der Flüssigkeit selbst noch ein wenig zu erhöhen.

Indefs giebt es ein Mittel die Wärmeentwicklung im Innern einer Flüssigkeit, die zwischen die Pole einer Säule gebracht ist, zu vermehren. Dieses Mittel besteht darin, dafs man die Flüssigkeit in mehrere Zellen ver-

theilt, und dadurch die successiven Uebergänge der Elektricität aus einem Leiter in den andern vervielfältigt. Man darf aber keine Metallblättchen als Scheidewände zwischen diesen Zellen anwenden, weil in diesem Falle eine Gasentwicklung stattfinden, und der sich entwickelnde Wärmestoff ganz zur Bildung der Gase verwandt werden, die Flüssigkeit sich also wenig oder gar nicht erwärmen würde. Wenn man die Flüssigkeit dagegen durch thierische Blase in mehrere Zellen theilt, und sie dann in den Kreis der Volta'schen Kette bringt, so sieht man, dafs sie sich mehr erhitzt, als wenn sie ein blofses Continuum bildet. Leitet man einen und denselben Strom successiv durch eine Flüssigkeit, die in einem Glasrohre von gewisser Weite und Länge enthalten ist, und durch einen mit derselben Flüssigkeit benetzten Baumwollendraht von gleicher Länge und Dicke mit dem Rohr; so bleibt die Temperatur bei der in dem Rohre enthaltenen Flüssigkeit unverändert, während sie bei der im Dochte befindlichen Flüssigkeit beträchtlich steigt. Diefs kommt daher, dafs die Zellen der Baumwolle, in welche die Flüssigkeit eingeschlossen ist, eben so viele Kämmerchen bilden, welche durch Scheidewände, die die Elektricität durchdringen mufs, von einander getrennt sind. Der beste Apparat, dessen man sich zu dergleichen Versuchen bedienen kann, ist der Stengel einer fetten, etwas saftreichen Pflanze. Die Natur bietet uns in einem solchen Stengel einen feuchten Leiter dar, der durch nicht metallische Scheidewände in eine Unzahl kleiner Zellen getheilt ist. Die Wärme, welche er entwickelt, wenn man ihn in den Kreis der Säule bringt, ist so beträchtlich, dafs in den beiden Endstücken, in der Nähe der eingesteckten Platindrähte, die mit den Polen der Säule in Verbindung stehen, das Wasser in's Sieden geräth.

Ohne dafs man weiter in's Detail zu gehen brauchte, sind, wie mir scheint, die obigen Resultate hinreichend, um zu beweisen, dafs bei den flüssigen Leitern, wie bei

den starren, die Wärmewirkungen des Volta'schen Stromes von den Widerständen herzurühren scheinen, welche derselbe bei einem Wechsel der Leiter oder bei seinem successiven Uebergange aus einem Theilchen in ein anderes derselben Substanz erleidet.

II. Untersuchung der Wärmewirkungen, hinsichtlich der zu ihrer Erzeugung am meisten geeigneten Umstände.

Seit langer Zeit hat man beobachtet, dafs, wenn zur Errichtung einer Volta'schen Säule eine Zink- und eine Kupferfläche von bestimmter Gröfse gegeben ist, man um so intensivere Wärmewirkungen erhält, je geringer die Zahl der Plattenpaare ist, aus denen die Säule zusammengesetzt wird. So kann eine Säule, welche aus zwei Paaren, jedes von einem Quadratfufs Oberfläche, besteht, Metalldrähte zum Glühen und Schmelzen bringen, welche eine Säule aus 18 Paaren, jedes von 16 Quadratzoll, nicht einmal zu erhitzen vermag, wenn sie auch beide mit einer gleichen Mischung von Säure und Wasser geladen sind. Und doch besitzen beide Säulen in Summa genau dieselbe Oberfläche. Man mufs indefs hier eine Unterscheidung machen; denn es ist nicht richtig, alle Wärmewirkungen in dieser Beziehung gleich zu stellen, und zu behaupten, dafs sie, hinsichtlich ihrer Intensität, sämmtlich in gleichem Grade dem so eben dargelegten allgemeinen Gesetze unterworfen seyen.

Denn, obgleich eine Säule aus wenigen Platten von grofser Oberfläche erfordert wird, um Metalldrähte in's Glühen zu bringen; so hat man doch eine mehr oder weniger grofse Zahl von Plattenpaaren nöthig, um dünne Metallblättchen zu verbrennen, oder um eine Licht- und Wärmeentwicklung zwischen zwei Kohlenspitzen zu erhalten, oder um, beim Durchgange des Stromes durch Flüssigkeiten, eine Temperaturerhöhung zu bewirken. So z. B. kann eine Säule aus 60 Plattenpaaren, welche

die drei letzten Classen von Erscheinungen hervorzubringen vermag, nicht den dünnsten Platin- oder Eisendraht in's Glühen versetzen; während sechs Plattenpaare derselben Säule die letztere Wirkung, aber keine der drei ersten, zu leisten im Stande ist.

Es ist daher wichtig, die verschiedenen Wärmewirkungen des Stromes nicht mit einander zu verwechseln, wie man bisher gethan. Auch muſs man die verschiedenen Phänomene der Säule, unter den zu ihrer Entwicklung am meisten geeigneten Umständen betrachtet, nicht mehr nach ihrer Natur classificiren, sondern nur nach den Leitern, welche zu ihrer Erzeugung erforderlich sind. Wenn der Leiter, welcher die beiden Pole der Säule vereinigt, ein vollkommner, continuirlicher und homogener Leiter, z. B. ein Metalldraht, ist, so wird die Wirkung des Stromes auf diesen Draht, sie mag nun calorischer oder magnetischer Natur seyn, um so intensiver, als die Säule, bei einer gegebenen Oberfläche, eine geringere Zahl von Plattenpaaren besitzt. Ist der Leiter aber unvollkommen, ist er discontinuirlich, wie bei den Kohlenspitzen oder Metallblättchen, die man verbrennt; ist er heterogen, z. B. aus zwei Metallplatten und einer zwischen diese gebrachten Flüssigkeit gebildet; dann muſs man aus der gegebenen Fläche eine groſse Anzahl von Plattenpaaren machen, um die Intensität der Phänomene zu erhöhen, welche diese verschiedenen Arten von Leitern zu entwickeln fähig sind. Die chemischen Wirkungen, die Wärme- und Lichtwirkungen, kurz alle die, welche von unvollkommen, discontinuirlichen oder heterogenen Leitern hervorgebracht werden, gewinnen im gleichen Grade dabei.

Es bleibt uns noch übrig, einige Worte über die Ursache des Einflusses zu sagen, welchen die Erbauungsart einer Säule auf die Intensität der von derselben hervorgebrachten Erscheinungen ausübt. Die beiden elektrischen Principien, welche durch eine Action, die wir hier

nicht erklären können, auf die wir aber bald zurückkommen werden, sich an den beiden Enden der Säule angehäuft finden, streben unausgesetzt dahin sich zu vereinigen und zu neutralisiren. Dazu stehen ihnen zwei Wege offen: der Leiter, welcher die Pole vereinigt, und die Säule selbst, welche ein heterogener und unvollkommner Leiter ist. Wie groſs der Antheil des elektrischen Stromes sey, der den einen oder andern dieser Wege einschlägt, hängt von deren relativen Leitungsvermögen ab. Wenn also die zwischen die beiden Pole einer Säule gebrachte Substanz ein vollkommner Leiter, z. B. ein Metalldraht, ist; so kann man ohne Schaden die Säule auf eine sehr geringe Zahl von Plattenpaaren, selbst auf ein einziges, reduciren, weil der Strom den Metalldraht immer dem von der Säule gebildeten heterogenen Leiter vorzieht. Wenn aber der Leiter discontinuirlich oder heterogen ist; so schlagen die beiden elektrischen Principien, in Folge des Widerstandes, den sie erleiden, den ihnen von der Säule dargebotenen besseren Weg zu ihrer Vereinigung ein, wenigstens dann, wenn diese Säule durch die Zahl der Plattenpaare, aus denen sie zusammengesetzt ist, und folglich durch die Zahl der Abwechslungen, welche sie dem Strome darbietet, endlich schlechter leitet, als der zwischen ihre beiden Pole gebrachte unvollkommne Leiter. Die Elektricität geht alsdann gröſstentheils durch den letzteren Leiter, und erzeugt hier die nothwendigerweise mit diesem Durchgange verknüpften Wirkungen.

Wenn sich aber auch für den Fall, daſs der Leiter ein unvollkommner ist, die Nothwendigkeit einer Säule aus mehreren Plattenpaaren einsehen läſst; weshalb werden die Erscheinungen, die bei vollkommnen Leitern stattfinden, nicht auch eben so gut von einer solchen Säule hervorgebracht, und weshalb erfordern sie im Gegentheile eine kleine Zzahl von Plattenpaaren? Diese Frage kann nicht

anders genügend beantwortet werden, als dafs man in dem Strome *die Stärke* und *die Schnelligkeit* unterscheidet. Die Stärke hängt zugleich von der Flächengröfse und Anzahl der Plattenpaare ab; die Schnelligkeit dagegen wird hauptsächlich von der Zahl der Platten bedingt, und zwar ist sie um so gröfser, je geringer diese Anzahl ist, weil der Strom um so weniger in seinem Durchgange durch die Säule verzögert wird, als er dabei weniger Abwechslungen von flüssigen und starren Leitern antrifft. Die Wärmewirkungen, welche ein Strom beim Durchgange durch einen vollkommnen Leiter, z. B. durch einen Metalldraht, hervorbringt, und die Widerstände, welche er dabei antreffen kann, werden also nur dann beträchtlich seyn, wenn seine Geschwindigkeit sehr grofs ist, weil an sich die Widerstände in dem Drahte sehr schwach sind. Wenn, vermöge der Construction der Säule, die Schnelligkeit des Stromes schon bis unter den Grad vermindert worden ist, auf welchen sie durch die Widerstände des Drahts gebracht seyn würde; so findet in diesem Drahte keine Wärmeentwicklung statt, weil die Wärme eine Folge der Wirkung dieser Widerstände auf die Geschwindigkeit ist. Zwar kann man durch eine Erhöhung der Intensität die Verminderung der Geschwindigkeit zum Theil compensiren; wie denn eine Säule von 60 Plattenpaaren, bei starker Ladung, noch einen Draht in's Glühen bringt; allein niemals wird dieses Glühen so stark seyn, wie blofs bei zehn Paaren derselben Säule. Wenn der Leiter discontinuirlich und heterogen ist, so wird die Verminderung der Geschwindigkeit, die in Folge der aus der Discontinuität und Heterogenität hervorgehenden Widerstände stattfindet, so grofs, dafs sie selbst bei einem sich langsam bewegenden Strome merklich wird. Wie also andrerseits in diesem Falle nur dann Wirkungen auftreten können, sobald die Säule aus einer grofsen Anzahl von Plattenpaa-

ren besteht, so ist begreiflich diese Anzahl, obgleich sie den Strom verlangsamen mufs, hier kein Hindernifs für die Erzeugung der Wärme- und Lichtwirkungen.

Wie kann aber eine örtliche Verringerung in der Geschwindigkeit des elektrischen Stromes Licht und Wärme hervorbringen? Diese interessante Frage müfsten wir gegenwärtig untersuchen; allein sie würde uns in eine zu lange Discussion verwickeln, da wir nothwendig in ein mehr oder weniger hypothetisches Detail über die Natur der beiden Elektricitäten und über die Gattung von Modificationen, welche die Körpertheilchen durch die in Folge der Widerstände eingetretene Verlangsamung des Volta'schen Stromes erleiden, eingehen müfsten. Ueber diesen wichtigen Punkt der Theorie habe ich in der zu Anfange dieser Abhandlung in der Note citirten Arbeit einige ausführlichere Entwicklungen niedergelegt.

XI. *Relative Dampfmenge, die in Metallgefäfsen mit glänzender und geschwärzter Oberfläche condensirt werden.*

Zwei gleich grofse cubische Gefäfse aus verzinntem Blech, deren Oberfläche bei dem einen glänzend, bei dem andern mit Lampenrufs überzogen war, wurden durch Röhren mit einem Dampfkessel verbunden, und nach 72 Minuten das in ihnen condensirte Wasser abgezapft. Es fand sich, dafs in dem glänzenden Gefäfse 5,7, und in dem geschwärzten 10,2 Cubikzoll Wasser condensirt worden waren. Die Temperatur des Dampfes betrug 215° F., die des Gemaches 52°. Bei dem bekannten Einflufs der Oberflächenbeschaffenheit auf die Wärmeausstrahlung, kann diese, von Hrn. R. W. Fox gemachte Beobachtung (*Ed. J. of Sc. N. XVIII. p.* 232.) nichts Auffallendes haben; vielleicht ist sie aber einer nützlichen Anwendung fähig.

XII. *Ueber die quantitative Bestimmung der Oxyde des Eisens, wenn sie zusammen verbunden vorkommen; von* Heinrich Rose.

Es ist bekannt, dafs es mit Schwierigkeiten verknüpft ist, den Gehalt an Eisenoxyd und an Eisenoxydul quantitativ in einer Verbindung zu bestimmen. Ist die aus ihnen bestehende Verbindung in Säuren auflöslich, wie z. B. der in der Natur vorkommende Magneteisenstein, und die verschiedenen Arten des Eisen-Hammerschlages, welche entstehen, wenn Eisen bis zum Glühen an freier Luft erhitzt wird, solche Verbindungen sind, so löst man eine gewogene Menge davon in Chlorwasserstoffsäure auf, und erhitzt die Auflösung mit Salpetersäure; darauf verdünnt man diese mit Wasser, und fällt durch Ammoniak das Eisen als Eisenoxyd. Aus dem Gewichte des erhaltenen Oxyds findet man, wie viel Sauerstoff das in der Substanz enthaltene Eisenoxydul hat aufnehmen müssen, um sich in Oxyd zu verwandeln, woraus man dann leicht die Sauerstoffmenge des Eisenoxyduls berechnen kann, da diese doppelt so viel betragen mufs, als die Gewichtszunahme, welche die Substanz während der Umwandlung des Eisenoxyduls in Oxyd erhalten hat. Es ergiebt sich dann aus dem Gehalt an Eisenoxydul die in der Verbindung befindliche Menge Eisenoxyd. Enthält die zu untersuchende Substanz kleine Mengen von fremdartigen Bestandtheilen, die in Chlorwasserstoffsäure unlöslich sind, wie z. B. Spuren von Kieselerde, die sich fast immer sowohl in den Magneteisensteinen, als auch im Eisen-Hammerschlag befinden, so filtrirt man die Auflösung von dem unlöslichen Rückstande ab, und bestimmt das Gewicht desselben, welches man dann von dem der zu untersuchenden Substanz abzieht.

Diese Methode erfodert, wie man leicht einsieht, sehr viel Genauigkeit, zumal weil die Menge des hinzutretenden Sauerstoffs gewöhnlich nur gering ist, da in den meisten Fällen in den angeführten Verbindungen die Menge des Eisenoxyds weit bedeutender als die des Eisenoxyduls ist; ohnehin läfst sie sich gar nicht anwenden, wenn grofse Mengen anderer Bestandtheile, wie z. B. Kieselsäure, Phosphorsäure, Titansäure u. s. w., mit den Oxyden des Eisens verbunden sind. Ich habe deshalb Methoden versucht, um auch in solchen Verbindungen sowohl die Menge des Eisenoxyds als die des Eisenoxyduls zu bestimmen, und da die Resultate bei diesen Versuchen günstiger ausfielen, als ich nur erwarten konnte, so werde ich sie hier mittheilen, und zwar mit den Vorsichtsmafsregeln, deren Anwendung durchaus nothwendig ist.

Um die Menge des Eisenoxyds zu bestimmen, wende ich folgende Methode an. Eine genau gewogene Menge der zu untersuchenden Substanz wird in eine geräumige Flasche gethan, die durch einen Glasstöpsel luftdicht verschlossen werden kann. Man kann die Substanz in Stükken anwenden, wenn sie sich in diesem Zustande in Chlorwasserstoffsäure auflöst; ist diefs nicht der Fall, so mufs sie vor dem Wägen gepulvert werden. Die Flasche wird darauf mit Kohlensäuregas auf die Weise gefüllt, dafs man dasselbe durch eine Glasröhre bis beinahe auf den Boden der Flasche leitet, ohne dafs jedoch die Röhre die zu untersuchende Substanz berührt. Wenn man glaubt, dafs das schwerere Kohlensäuregas die atmosphärische Luft aus der Flasche getrieben hat, nimmt man die Glasröhre aus der Flasche, giefst schnell die zur Auflösung nothwendige Menge von Chlorwasserstoffsäure hinein und verschliefst das Gefäfs; zur Sicherheit verbindet man es mit nasser Schweinsblase. Wenn die Auflösung der Substanz vollständig erfolgt ist, öffnet man die Flasche und füllt sie schnell mit Wasser, das so viel Schwefelwasserstoff

wie möglich aufgelöst enthält. Die Auflösung des Schwefelwasserstoffs mufs kurz vor dem Gebrauche bereitet, vollkommen klar und durchaus frei von ausgeschiedenem Schwefel seyn. Man verschliefst unmittelbar darauf die Flasche und verbindet sie wiederum mit Schweinsblase. Das Wasser wird milchicht, klärt sich aber nach Verlauf von einigen Tagen, indem sich Schwefel abscheidet. Wird die Auflösung durch den Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser nicht milchicht, und scheidet sich kein Schwefel ab, so ist in der Substanz kein Eisenoxyd, sondern nur Eisenoxydul enthalten. — Hat sich der Schwefel vollkommen abgesetzt, so giefst man die klare Flüssigkeit ab, und filtrirt sie so schnell wie möglich durch ein kleines gewogenes Filtrum, auf welches man auch den Schwefel bringt und ihn aussüfst. Während des Filtrirens mufs der Zutritt der atmosphärischen Luft so viel wie möglich abgehalten werden, damit sich aus dem unzersetzten aufgelösten Schwefelwasserstoff kein Schwefel abscheidet. Der Schwefel wird auf dem Filtrum bei sehr gelinder Wärme getrocknet und darauf gewogen. Man mufs ihn nach dem Wägen verbrennen, um zu sehen, ob er rein ist. Enthält die Substanz fremdartige Beimengungen, die in Chlorwasserstoffsäure sich nicht lösten, so finden sich diese nach der Verbrennung des Schwefels. Man bestimmt das Gewicht derselben und zieht diefs von dem des Schwefels ab. Durch das Gewicht des Schwefels findet man leicht die Menge des Sauerstoffs, die sich mit dem Wasserstoff des Schwefelwasserstoffs zu Wasser verbunden hat, während das Eisenoxyd in Eisenoxydul verwandelt worden ist. Verdreifacht man diese Menge des Sauerstoffs, so hat man die ganze Menge des Sauerstoffs, die mit Eisen das Eisenoxyd in der Verbindung bildete, woraus sich die Menge des Eisenoxyds ergiebt.

Bei dieser Methode ist es natürlich nöthig, die gehörige Menge von Schwefelwasserstoffwasser anzuwenden. Bei Oeffnung der Flasche mufs die Flüssigkeit noch stark

nach Schwefelwasserstoff riechen; ist diefs nicht der Fall, so war die Menge des Eisenoxyds in der zu untersuchenden Substanz zu grofs gegen die des Schwefelwasserstoffwassers.

Die Methode, die ich anwende, um die Menge des Eisenoxyduls in der Substanz zu bestimmen, ist folgende: Man löst eine gewogene Menge der Verbindung auf dieselbe Weise, wie bei der so eben beschriebenen Methode, in einer Flasche, die mit einem Glasstöpsel luftdicht verschlossen werden kann, in Chlorwasserstoffsäure auf, nachdem das Gefäfs vorher mit Kohlensäuregas angefüllt worden ist. Die Flasche braucht nicht so grofs zu seyn, wie in dem Falle, wenn die Menge des Eisenoxyds bestimmt werden soll. Wenn die Auflösung erfolgt ist, giefst man in die Flasche schnell eine Auflösung von Natriumgoldchlorid und verschliefst sie wieder. Es wird dann Gold reducirt; geschieht diefs nicht, so ist in der Substanz kein Eisenoxydul vorhanden. — Das ausgeschiedene Gold wird nach Verlauf von einigen Tagen filtrirt; man süfst es aus, glüht es schwach und bestimmt das Gewicht desselben. Hieraus findet man leicht die Menge des Sauerstoffs, die nothwendig war, um das Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln. Verdoppelt man diese Sauerstoffmenge, so hat man die Sauerstoffmenge, welche in der Substanz mit Eisen zu Eisenoxydul verbunden ist, woraus man leicht den Gehalt an Eisenoxydul berechnen kann.

Statt einer Natriumgoldchlorid-Auflösung kann man nicht mit gleichem Erfolge eine Goldchlorid-Auflösung anwenden, denn wenn diese auch mit grofser Sorgfalt bereitet ist, so reducirt sich aus ihr durch zufällige Umstände leichter Gold, als aus einer Auflösung von krystallisirtem Natriumgoldchlorid. — Enthält die Substanz fremdartige Beimengungen, die in Chlorwasserstoffsäure unlöslich sind, so löst man das reducirte Gold in schwachem Königswasser auf, wobei diese ungelöst zurückbleiben.

Man bestimmt das Gewicht derselben, und zieht diefs von dem des reducirten Goldes ab, wodurch man erst die richtige Menge desselben erfährt.

Diese Methode, die Menge des Eisenoxyduls zu finden, läfst sich in vielen Fällen anwenden, wo die Methode, die Menge des Eisenoxyds zu bestimmen, nicht angewandt werden kann; denn es versteht sich, dafs diese nicht anwendbar ist, wenn in der zu untersuchenden Substanz Bestandtheile enthalten sind, die durch Schwefelwasserstoff aus sauren Auflösungen gefällt werden. In den Verbindungen der Arseniksäure mit den Oxyden des Eisens kann daher nur die Menge des Eisenoxyduls, nicht die des Oxyds bestimmt werden.

Wenn eine Substanz, die Eisenoxyd und Eisenoxydul enthält, unlöslich in Chlorwasserstoffsäure ist, so ist es wohl nicht möglich, die relativen Mengen beider Oxyde zu bestimmen. Selbst wenn nur solche Oxyde mit den Oxyden des Eisens verbunden sind, die durch Wasserstoffgas nicht reducirt werden, so kann man diese Methode der Reduction, um durch die Menge des erhaltenen Wassers die Sauerstoffmenge in den Oxyden des Eisens zu bestimmen, nicht anwenden, da es scheint, dafs in solchen Substanzen, die in Chlorwasserstoffsäure unlöslich sind, die Eisenoxyde sich nicht durch Wasserstoffgas reduciren lassen. Es ist diefs wenigstens beim Chromeisenstein der Fall. — Aus der Farbe einer Verbindung des Eisens auf den Oxydationsgrad desselben schliefsen zu wollen, ist oft sehr trügend. Man nimmt gewöhnlich an, dafs eine grüne und schwarze Farbe durch Eisenoxydul entstehe; eine rothe, gelbe oder weifse Farbe hingegen auf Eisenoxyd schliefsen lasse. Eine schwarze Farbe deutet, besonders wenn die Substanz dabei stark auf die Magnetnadel wirkt, zwar auf die Gegenwart des Eisenoxyduls, doch ist dann gewöhnlich noch eine gröfsere Menge von Eisenoxyd zugleich vorhanden, wie z. B. im Magneteisenstein. Was die grüne Farbe der Eisen-

verbindungen betrifft, so mufs ich bemerken, dafs ich phosphorsaure Verbindungen des Eisens von grüner Farbe kenne, die nur Eisenoxyd, und nicht Eisenoxydul enthalten, wie z. B. der sogenannte Grüneisenstein.

Analyse des Titaneisens von Egersund in Norwegen.

Ich habe zwar schon früher die Analyse dieses Minerals bekannt gemacht, doch nahm ich damals an, dafs das Eisen in demselben als Oxydul enthalten sey, weil die Magnetnadel ziemlich stark durch diefs Fossil in Bewegung gesetzt wird.

I. 6,368 Grm. des Fossils im geschlämmten Zustande in Chlorwasserstoffsäure mit allen den Vorsichtsmafsregeln, die oben angeführt worden sind, aufgelöst, schlugen aus Schwefelwasserstoffwasser 0,634 Grm. Schwefel nieder. Nach der Verbrennung desselben blieben 0,082 Grammen unreine Titansäure zurück, die bei der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure nicht aufgelöst worden waren. Ich halte sie nicht zur Zusammensetzung des Fossils gehörig. Die Menge des angewandten Fossils betrug daher nur 6,286 Grm., und die Menge des erhaltenen Schwefels 0,552 Grm. Berechnet man daraus die Menge des in der Substanz enthaltenen Eisenoxyds, so erhält man 42,70 Procent.

II. 3,252 Grm. des Fossils im geschlämmten Zustande in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, fällten, mit einer Natriumgoldchlorid-Auflösung vermischt, daraus 0,457 Grm. Gold, das in schwachem Königswasser aufgelöst 0,047 Grammen unreine Titansäure hinterliefs, die nicht zur Zusammensetzung des Fossils gehören. Die eigentliche Menge der angewandten Substanz beträgt daher 3,205 Grammen, und die Menge des erhaltenen Goldes 0,410 Grammen. Berechnet man daraus die Menge des in der Substanz enthaltenen Eisenoxyduls, so erhält man 13,57 Eisenoxydul.

Diese Versuche gaben also folgendes Resultat:

42,70	Eisenoxyd
13,57	Eisenoxydul
43,73	Titansäure (als Verlust)
100,00.	

Die Sauerstoffmengen im Eisenoxyde und im Eisenoxydul betragen 13,09 und 3,09; sie verhalten sich daher wie 4:1. Da das Fossil auf seinen Absonderungsflächen mit braunen Häuten von Eisenoxyd überzogen ist, so enthält es wohl mehr Eisenoxyd, als es eigentlich enthalten sollte. Die Titansäure enthält 17,36 Sauerstoff, wenn man 303,686 für das Atomengewicht des Titans annimmt. Man kann daher annehmen, dafs in den Oxyden des Eisens und in der Titansäure gleich viel Sauerstoff enthalten ist. Die Zusammensetzung des Fossils läfst sich daher durch folgende Formel ausdrücken:

$$3\dot{F}^2\ddot{Ti}+4\dddot{F}^2\ddot{Ti}^3.$$

Nach dieser Analyse beträgt die Menge des im Mineral enthaltenen Eisens 40,09 Procent. Bei einer Analyse, die ich vor mehr als 4 Jahren in diesen Annalen bekannt machte *), erhielt ich aus 1,473 Grm. des Titaneisens von Egersund 0,848 Grm. Eisenoxyd und 0,036 Grammen in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen Rückstand, der nicht wesentlich zur Zusammensetzung des Fossils gehört. Die angewandte Menge desselben beträgt daher 1,437 Grm. Die Menge des darin enthaltenen Eisens macht 40,91 Procent aus.

Es ist bei diesem Fossile, in welchem das Eisenoxyd und das Eisenoxydul in einem andern Verhältnisse, als im Magneteisenstein stehen, merkwürdig, dafs es ungeachtet seines grofsen Gehalts an Eisenoxyd und Titansäure doch stark auf die Magnetnadel wirkt.

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 3. S. 169.

XIII. *Von der Wirkung der Bleiglätte auf Schwefelmetalle; von Hrn. P. Berthier.*

(Mit einigen Abkürzungen aus den *Ann. de chim. et phys. T. XXXIX. p.* 244.)

Die Bleiglätte übt auf alle Schwefelmetalle eine lebhafte Wirkung aus, selbst in einer nicht sehr hohen Temperatur. Wendet man sie in hinreichender Menge an, so wird das Schwefelmetall, auf welches sie wirkt, gänzlich zersetzt; meistens entwickelt sich aller Schwefel als schwefligsaures Gas, und das Metall bleibt zurück, entweder legirt mit dem von der Reduction der Bleiglätte herrührenden Blei, oder als Oxyd, verbunden mit dem nicht reducirten Theile der Bleiglätte. Die zur vollständigen Zersetzung eines Schwefelmetalls erforderliche Menge Bleiglätte ist beträchtlich, und nicht gleich für die verschiedenen Schwefelmetalle; einige erfordern das Dreifsigfache ihres Gewichts. Wenn man weniger, als nöthig ist, anwendet, so wird nur ein Theil des Schwefelmetalls zersetzt und eine entsprechende Menge des Bleioxydes reducirt; der Rest des Bleioxyds und des Schwefelmetalls bilden gemeinschaftlich mit dem Metalloxyde, welches sich etwa aus letzteren gebildet hat, eine Verbindung, welche zur Classe der Oxysulfurete gehört, und in der Regel sehr schmelzbar ist. Das Bleioxyd und die Schwefelmetalle sind in dieser Gattung von Verbindungen so stark mit einander verbunden, dafs der Bleiglanz, welcher von reiner Bleiglätte so leicht zersetzt wird, nicht die geringste Menge von Blei aus einem Oxysulfurete abscheiden kann, sobald dieses mit Schwefelmetall gesättigt ist; ja oft geht er unverändert mit in die Verbindung.

Wenn man ein Schwefelmetall mit einer wenig be-

trächtlichen Menge Bleiglätte behandelt, so bildet sich Schwefelblei, welches sich sowohl mit der unzersetzten Portion des andern Schwefelmetalls, als auch mit einem Oxysulfurete verbindet; alsdann tragen beide, das Blei und der Sauerstoff der Bleiglätte, zur Entschweflung bei.

Viele Oxyde verringern auch, indem sie sich mit dem Bleioxyde verbinden, die zersetzende Wirkung desselben auf die Schwefelmetalle beträchtlich. Wenn man Bleiglätte mit einem Schwefelmetall erhitzt, so wird die Wirkung derselben beschränkt durch die Verwandtschaft der Portion des Schwefelmetalls, die mit ihr in Verbindung tritt, und durch die Verwandtschaft des Metalloxydes, welches von dem zersetzten Antheile des Schwefelmetalls herrührt. Fügt man aber irgend einem Oxysulfurete eine zweckmäfsige Menge Bleiglätte hinzu, so kann man das in demselben enthaltene Schwefelmetall vollständig zersetzen.

Wenn die Schwefelmetalle, wie die aus Alkalien und alkalischen Erden gebildeten, eine sehr starke Basis besitzen, so entwickelt die Bleiglätte kein schwefligsaures Gas aus ihnen, sondern sie verwandelt allen Schwefel in Schwefelsäure.

Ich werde nun zeigen, wie sich im Einzelnen die hauptsächlichsten Schwefelmetalle gegen bestimmte Mengen von Bleiglätte verhalten, und welche Menge von letzterer jedes dieser Schwefelmetalle zu seiner vollständigen Zersetzung erfordert. Diese letztere Angabe ist wichtig für die Proben auf trocknem Wege; denn bekanntlich halten die Schwefelmetalle die *edlen Metalle* mit einer sehr grofsen Kraft zurück, und, um diese Metalle mit Genauigkeit zu bestimmen, ist es daher nöthig so zu verfahren, dafs nicht die geringste Menge schwefelhaltiger Substanz in den bei diesen Proben entstehenden Schlacken zurückbleibe. Alle Versuche, von denen die Rede seyn wird, wurden in einem Ofen angestellt, der eine Temperatur von 50° bis 60° Pyr. gab.

Schwefelkupfer wurde in folgenden Verhältnissen mit Bleiglätte zusammengeschmolzen:

Schwefelkupfer	10;	10;	10;	10;	10	Grm.
Bleiglätte	20;	30;	50;	100;	250	-

was sehr leicht, unter Aufkochen und Entweichen vieler schwefliger Säure, vor sich ging. Die Schlacken waren compact, glasig, opak oder durchscheinend, glänzend und mehr oder weniger lebhaft roth. Das Kupfer war also darin als *Oxydul* enthalten.

Die erste Mischung gab einen Metallklumpen, 10gr.,4 wiegend, wie Schwefelkupfer aussehend, aber dennoch sichtlich Blei enthaltend. In der zweiten und dritten Mischung war die metallische Masse von einer Schlacke umgeben, übrigens grau, halbdehnbar, und wahrscheinlich aus Schwefelkupfer und Blei zusammengesetzt. Die vierte gab 28 Gr. dehnbares Blei, dem ein grauer schwefelhaltiger Stein in geringer Menge anhing. Die Schlacke war mit einer Schicht von demselben Steine bedeckt und schloſs einige Kügelchen von ihm ein. Die fünfte Mischung gab einen Regulus von dehnbarem Blei, der 38gr.,5 wog, gerade so viel als aus der Bleiglätte, durch Verwandlung des Schwefelkupfers in schweflige Säure und Kupferoxydul, entstehen muſste.

Es folgt hieraus: 1) daſs das Schwefelkupfer, gegen die allgemeine Regel, sich nicht mit der Bleiglätte verbindet; 2) daſs beide Substanzen sich gegenseitig zersetzen, zur vollständigen Zersetzung des Schwefelkupfers aber 20 Mal so viel oder ungefähr 9 Atome Bleiglätte erforderlich sind; 3) daſs die Bleiglätte, wenn sie mit einer gewissen Menge Kupferoxydul verbunden ist, keine Wirkung mehr auf das Schwefelkupfer ausübt, obgleich beide Oxyde für sich das letztere zersetzen.

Schwefelquecksilber, Zinnober und Bleiglätte wurden in folgenden Verhältnissen:

Zinnober	11gr.,7	oder	1 At.,	Bleiglätte	44gr.,6	oder	4 At.
-	11 ,7	-	1 -	-	66 ,9	-	6 -
-	11 ,7	-	1 -	-	89 ,4	-	8 -
-	11 ,7	-	1 -	-	178 ,8	-	16 -

bei vorsichtig verstärkter Hitze mit einander erhitzt. Es entwickelten sich metallisches Quecksilber und schweflige Säure in großer Menge, aber noch weit reichlicher entwich die letztere bei anfangender Weißglühhitze. Die Schlacken kamen vollständig in Fluß, und jedesmal bildete sich ein Regulus von sehr reinem Blei.

Die erste Mischung gab 10 Grm. Blei, und eine compacte, glasige, opake Schlacke von grauschwarzer, nicht metallischer Farbe und hellgrauem Strich. 11,7 Grm. Zinnober, worin 1,6 Schwefel, hätten, bei Verwandlung des Schwefels in schwefliger Säure durch den Sauerstoff der Bleiglätte, 20 Grammen Blei liefern müssen; es war also die Hälfte des Zinnobers verbunden in der Schlacke geblieben, und dieß mußte demnach 1 At. Zinnober und 6 At. Bleiglätte enthalten.

Als derselbe Versuch bei allmälig bis zur Rothgluth gesteigerten Hitze in einer Glasretorte wiederholt wurde, erhielt man eine dunkelgraue compacte Masse, die einer Eisenschlacke ähnlich sah und nur einige sehr kleine Bleikörner wahrnehmen ließ; es hatte sich nicht die geringste Spur von Zinnober sublimirt, dagegen viel Quecksilber verflüchtigt, und es zeigte sich nur ein sehr schwacher Geruch nach schwefliger Säure. Dieß Resultat läßt glauben, daß sich hier anfangs ein höher geschwefeltes Schwefelquecksilber bildet, welches sich mit dem Bleioxyd verbindet, und daß, bei einer an die Weißgluth gränzenden Hitze, sich diese Substanzen, wenigstens zum Theil, gegenseitig zersetzen, um Blei, schweflige Säure und eine Schlacke, bestehend aus Bleiglätte und Zinnober, zu geben. Wenn man diese Schlacke in einem Tiegel in vollen Fluß bringt und darin erhält, so haucht sie fortdauernd schweflige Säure aus. Dieß ist Folge einer Röstung, die das Oxysulfuret durch den Contact mit der Luft erleidet, denn es findet sich in der so geschmolzenen Schlacke nicht die geringste Portion metallischen Blei's.

Die zweite Mischung gab 11 Grm. Blei, die dritte 18 und die vierte 20,6. Bei der letzten war die Entschweflung, zu der vielleicht schon 10 At. Bleiglätte auf 1 At. Zinnober hinreichen, sichtlich vollständig, und die krystallinische Schlacke bestand durchaus aus reiner Bleiglätte. Die Schlacke der zweiten Mischung war opak und braunschwarz, die der ersten durchscheinend und schön hyazinthroth, beide überdieſs von glasiger Beschaffenheit.

Schwefelwismuth. Dasselbe ist fähig sich mit der Bleiglätte zu verbinden; wenn man aber diese in hinreichender Menge anwendet, wird es auf die Weise zersetzt, daſs der Schwefel als schweflige Säure entweicht, und das gesammte Wismuth mit dem Blei der reducirten Bleiglätte eine Legirung bildet. Geschmolzen wurden folgende Mischungen:

Schwefelwismuth	10gr.,9 1 At.;	10gr.,9 1 At.;	10gr.,9 1 At.
Bleiglätte	27 ,9 2 At.;	55 ,8 4 At.;	111 ,6 8 At.

Die erste gab eine zinnweiſse Legirung und eine compacte krystallinisch körnige Schlacke von metallähnlichem Schwarz. Die zweite Mischung lieferte 27 Gr. Legirung und eine compacte, opake, dunkelgraue, etwas metallisch aussehende Schlacke von feinen krystallinischen glänzenden Körnern. Aus der dritten Mischung wurden 35gr.,4 Legirung und eine der Bleiglätte ähnlichen, nur etwas olivengrünen Schlacke erhalten. Auf nassem Wege fand sich 0,245 Wismuth in der Legirung, was beweist, das fast das gesammte Schwefelwismuth zersetzt worden war, da das Maximum des Wismuthgehalts der Legirung nur 0,255 derselben betragen konnte. Will man indeſs ganz sicher seyn, daſs keine Spur von Schwefelwismuth in der Schlacke bleibe, so ist es besser ungefähr 20 Th. Bleiglätte auf 1 Th. Schwefelwismuth zu nehmen. Wie groſs übrigens auch das Verhältniſs der Bleiglätte seyn mag, so bekommt man doch nie mehr als 3,3 Legirung auf 1 Schwefelwismuth, und es folgt daraus, daſs in der Legirung alles Wismuth des Schwefelwismuths enthalten

ist, und daſs das Wismuth, welches im Zustande der Reinheit so leicht vom Bleioxyd angegriffen wird, durch seine Verbindung mit Blei gegen die Wirkung dieses Oxydes geschützt ist.

Schwefelmolybdän. Mit natürlichem Schwefelmolybdän, welches sorgfältig ausgesucht worden war, aber dennoch eine geringe Menge Quarz eingemengt enthielt, wurden folgende Gemische gemacht:

Schwefelmolybdän	5gr.,00	1 At.;	Bleiglätte	23gr.,89	1 At.
- -	5 ,00	1 -	-	70 ,00	5 -
- -	5 ,00	1 -	-	153 ,0	11 -
- -	5 ,00	1 -	-	306 ,0	22 -

Sie schmolzen mit der gröſsten Leichtigkeit, und wurden sehr schnell ganz flüssig, wobei sie eine groſse Menge schwefligsauren Gases aushauchten.

Das erste Gemisch gab eine homogene, sehr brüchige, krystallinische, kleinblättrige, bleigraue, etwas schwärzliche Masse, wie braune Blende aussehend und von metallischem Strich. Da sich nicht die geringste Spur von Bleikörnern in derselben sehen lieſs, so muſste sie eine Verbindung seyn von Schwefelmolybdän, Schwefelblei, Molybdänsäure und Bleioxyd.

Das zweite Gemisch lieferte eine compacte, glasige, opake, braunschwarze Schlacke und 16 Grm. eines dunkelgrauen Bleies, welches sich unter dem Hammer abplattete, aber spröde und von faserigem Bruche war. Die dritte Mischung lieferte einen ähnlichen Bleiregulus, 27gr.,40 schwer, und eine glasige durchsichtige, sehr schön hyazinthrothe Schlacke. Die letzte Mischung endlich gab 33 Grm. ganz reinen Blei's und eine krystallinische, wie gewöhnliche Bleiglätte aussehende, Schlacke.

Um das Schwefelmolybdän vollständig zu verschlacken, hat man also, wie zu ersehen, mehr als das 30fache seines Gewichts an Bleiglätte zu nehmen; wahrscheinlich werden 40 bis 50 Theile hinreichend seyn.

In dem spröden Blei, welches sich beim zweiten und

dritten Versuch gebildet hatte, fand sich ein halbes Procent Schwefel und eine zu dessen Sättigung nicht hinlängliche Menge Molybdän, so dafs also ein Theil dieses Schwefels mit Blei verbunden war. Es folgt hieraus, dafs zugleich beide Bestandtheile des Schwefelmolybdäns durch die Einwirkung der Bleiglätte oxydirt werden, ohne dafs sich metallisches Molybdän ausscheidet.

Schwefelmangan. Das zu den folgenden Versuchen angewandte Schwefelmangan war durch Kohle aus schwefelsaurem Manganoxydul oxydirt; es enthielt ein wenig Oxyd, und sein Pulver hatte eine schwach grüne Farbe. Mit dem 100fachen Gewichte Bleiglätte geschmolzen, gab es 6,6 Blei. Geschmolzen wurden folgende Mischungen:

Schwefelmangan	5;	5;	5;	5	Grm.
Bleiglätte	20;	30;	100;	150	-

Die erste, obgleich sehr stark erhitzt, schmolz nicht und wurde nicht einmal weich; es entwickelte sich viel schwefligsaures Gas, und bei jedesmaligem Oeffnen des Tiegels entstand eine lebhafte Verbrennung. Die Substanz war schlackenförmig, schwarzgrau, im untern Theile halb dehnbar, und zeigte Krystallblättchen darin, die wie Bleiglanz aussahen. Sie mufste eine Verbindung von Sulfuren und Oxyden des Blei's und Mangans seyn.

Die zweite Mischung schmolz zu einem sehr weichen Teige, und gab 17gr.,5 eines spröden, dunkelgrauen und wenig glänzenden Bleies, nebst einer compacten glasigen, opaken und sehr dunkelbraunen Schlacke, welche ungefähr die Hälfte des angewandten Schwefelmolybdäns gebunden enthielt.

Die dritte Mischung schmolz leicht, und gab, aufser 31gr.,2 dehnbaren Bleies, eine glasige, durchsichtige und dunkelhyazinthrothe Schlacke.

Die letzte Mischung lieferte 33 Grm. Blei, was beweist, dafs die Entschweflung vollständig gewesen war, und eine durchscheinende, braunrothe Schlacke.

Bei diesen Reactionen wird das Mangan bis zum

Oxydul oxydirt; es oxydirt sich aber höher, wenn man die Masse einige Zeit an der Luft in Fluſs erhält, und dieſs ist die Ursache, daſs die Schlacke eine braune Farbe annimmt; denn das reine Manganoxydul färbt die Bleiglätte olivengrün.

Schwefeleisen. Es wurde nach einander sowohl künstliches Einfach-Schwefeleisen, als auch natürliches Doppelt-Schwefeleisen oder gemeiner Schwefelkies, mit Bleiglätte behandelt.

Mit Einfach-Schwefeleisen wurden folgende Mischungen gemacht:

Einfach-Schwefeleisen	10;	10;	10;	10	Grm.
Bleiglätte	50;	100;	250;	300	-

Die *erste* schmolz unter Aufkochen und Rauchen, aber die Masse blieb teigig; sie war schlackenförmig, homogen, metalloïdisch grau und stark magnetisch, und bestand aus den Sulfureten und Oxydulen von Eisen und Blei. Die *zweite* war, nach starkem Aufschwellen, flüssig geworden, und gab 36 Grm. Blei, nebst einer opaken, metalloïdisch schwarzen, sehr magnetischen Schlacke von glänzendem Bruch. Die *dritte* gab 67 Grm. Blei und eine compacte, glasige, durchscheinende und sehr schön harzrothe Schlacke. Die *vierte* Mischung endlich lieferte 70 Grm. recht reinen Blei's und eine der vorigen ähnliche Schlacke, welche aber kein Schwefelmetall enthielt.

30 Theile Bleiglätte reichen also hin, um 1 Theil Einfach-Schwefeleisen zu verschlacken; und da, wenn sich das Eisen bis zum Oxyde oxydirte, für jeden Theil Schwefeleisen 8,6 Blei ausgeschieden werden müſsten, man dagegen nur 7 Th. von demselben erhält, so muſs man daraus schlieſsen, daſs bei dieser Reaction das Eisen nur in Oxydul übergeht. In diesem Falle würde man 7,35 Blei, statt 7, erhalten müssen; allein dieser kleine Unterschied rührt daher, daſs die Masse eine anfangende Röstung erleidet, ehe die Substanzen so heiſs werden, daſs sie auf einander reagiren können.

Mit Schwefelkies wurden in folgenden Verhältnissen Mischungen gemacht:

Schwefelkies	10;	10;	10;	10;	10;	10	Grm.
Bleiglätte	60;	125;	200;	300;	400;	500	-

Sie alle schmolzen sehr leicht, unter einer ungemein reichlichen Entwicklung von schwefliger Säure.

Die erste gab, ohne Schlacken, eine metallische Masse, die aus zwei Theilen bestand. Der untere, an Masse beträchtlicher, war graublau, von grofsblättrigem Gefüge wie Bleiglanz, und halb dehnbar, war Unter-Schwefelblei (*sous sulfure*); der andere war körnig, bleigrau, von metallischem Strich, magnetisch und im Ansehen dem dichten Bleiglanz ähnlich; er bestand im Wesentlichen aus Schwefeleisen und Schwefelblei, enthielt aber wahrscheinlich auch eine geringe Menge dieser Metalle im oxydirten Zustande.

Die zweite und dritte Mischung lieferten eine glasige, opake, schwarze, und die Tiegel braunfärbende Schlacke und einen Regulus körnigen dunkelgrauen Bleies von körnigem Bruch, bei der erstern 35, und bei der letzten 40 Grm. wiegend.

Die Schlacken bei den drei letzten Mischungen waren glasig, durchscheinend und schön roth, und die Bleireguli wogen 45gr.,5, 54gr.,8 und 86 Grm. Andere Versuche, mit weit beträchtlicheren Verhältnissen von Bleiglätte angestellt, gaben beständig 86 Grm. Blei als Maximum des Products.

Es folgt aus diesen Versuchen, dafs ungefähr 50 Theile Bleiglätte erforderlich sind, um einen Theil Schwefelkies vollständig zu zersetzen.

In dem spröden Blei, von den Versuchen 1 und 2, fand ich 0,008 bis 0,010 Schwefel und eine kleine Menge Eisen. Beide Bleiproben enthielten überdiefs ein wenig Schlacke eingemengt, wodurch sie geschwärzt wurden und an Dehnbarkeit verloren.

Schwefeleisen und Schwefelkupfer. Da der Kupferkies

kies zuweilen Gold enthält, so kommt man oft in den Fall, ihn mit Bleiglätte schmelzen zu müssen. Die Phänomene, welche er zeigt, stehen zwischen denen, welche das Schwefelkupfer und das Schwefeleisen für sich hervorbringen. Sehr reiner Kupferkies wurde in folgenden Verhältnissen mit Bleiglätte behandelt:

Kupferkies	10;	10;	10;	10 Grm.
Bleiglätte	50;	100;	200;	300 -

Beim ersten Versuch erfolgte die Schmelzung unter Aufschwellen und die Masse blieb teigig. Man erhielt 6 Grammen recht dehnbaren Bleies, einen dem feinkörnigen Bleiglanz ähnlichen, aber etwas dunkelgraueren Stein, und eine glasige schwarzbraune Schlacke.

Beim zweiten Versuch, bei dem auch ein Aufkochen und Aufschwellen stattfand, erhielt man 35 Gramm. Blei, 11,5 Grm. eines grauen Steins, und eine glasige dunkelbraune Schlacke.

Der dritte Versuch gab 49 Grm. Blei, überdeckt mit einer dünnen Schicht eines Steins, und eine glasige, sehr glänzende, dunkelbraunrothe und in dünnen Kanten durchscheinende Schlacke.

Das letzte Gemisch schmolz leicht und fast ohne Aufschwellen; es gab 72 Grm. Blei und eine compacte, glänzende, hellgraue Schlacke, ohne Spur von einem Stein. Die erhaltene Bleimenge ist beinahe die, welche der Kupferkies durch seine vollständige Zersetzung liefern mufste, und man mufs daher, um dieses Mineral zu verschlacken, zum wenigsten das 30fache seines Gewichtes an Bleiglätte anwenden.

Schwefelzink. Zu diesem Versuche wurde die Blende von Pontpéan genommen, welche nicht mit der Gangart gemengt ist, und nur einige Procent Schwefeleisen enthält. Sie wurde in folgenden Verhältnissen angewandt:

Blende	12gr.,08	1 At.;	Bleiglätte	55gr.,78	2 At.
-	12 ,08	1 -	-	83 ,68	3 -
-	10 ,0		-	100 ,00	
-	10 ,0		-	250 ,00	

Die erste Mischung blieb immer teigig, obgleich sie sehr stark erhitzt wurde; es schieden sich aus 29gr.,2 (230 auf 100 Blende) eines sehr spröden Bleies, von körnigem Bruch, grauschwarzer Farbe und fast keinem Glanze. Dieses Blei war von einer schwarzen metalloïdischen und krystallinischen Masse bedeckt, welche im Ansehen zwischen einem Stein und einer Schlacke stand. In dem Blei fanden sich 0,018 Schwefel und 0,008 Zink und Eisen, auch enthielt es eingemengte Schlacke.

Hr. Fournet hat denselben Versuch angestellt, dabei aber kein Blei erhalten, wahrscheinlich weil er die Masse nicht stark genug erhitzte. Er bekam *eine homogene Masse, dem Schwefelblei ähnlich, aber nur etwas matter.* Er hat diese Masse auf nassem Wege untersucht, und glaubt gefunden zu haben, dafs sie näherungsweise 0,82 Schwefelblei enthielt. Es ist leicht zu sehen, dafs dieses Resultat nicht richtig seyn kann; denn, weil das Gemisch nur 2 At. Schwefel enthielt, so konnte sich höchstens nur 1 At. Schwefelblei bilden, und dazu hätte sich noch das Schwefelzink vollständig zersetzen und keine schweflige Säure entwickeln müssen, u. s. w. Die von Hrn. Fournet erhaltene Masse enthielt wirklich Schwefelblei, aber in weit geringerem Verhältnisse, als es voraussetzte. Bei meinem Versuche befand sich auch eine gewisse Quantität desselben gebunden in der Schlacke, welche auf dem Blei schwamm.

Die zweite Mischung lieferte einen Regulus von sprödem schwarzkörnigen Blei, 35gr.,5 wiegend, und eine sehr flüssige, dichte, opake und schwarze Schlacke.

Die dritte Mischung lieferte 43 Grammen dehnbaren Bleies und eine dunkelgraue Schlacke.

Endlich lieferten die letzte 65 Grm. reines Blei und eine glasige, an den Kanten durchscheinende Schlacke von einer sich in's Olivengrüne ziehenden Harzfarbe. Bei diesem Versuche mufste alles Zink oxydirt, und aller Schwefel in schweflige Säure verwandelt worden seyn.

25 Theile Bleiglätte reichen also zur Verschlackung von einem Theile Blende hin.

Schwefelzinn. Da das Einfach-Schwefelzinn in gewissem Grade dehnbar ist, und es sich nicht pülvern läfst, so kann man es nicht genau mit Bleiglätte vermischen Deshalb wurde nur *Musivgold* angewandt, und zwar in folgenden Verhältnissen mit Bleiglätte:

Musivgold	11gr.,37 1 At.;	Bleiglätte	55gr.,78 4 At.
-	10 ,0	-	120
-	10 ,0	-	200
-	10 ,0	-	300
-	10 ,0	-	500

Das erste Gemisch schmolz zu einer homogenen, halbdehnbaren, dunkelgrauen metallischen Masse, in welcher viele Anzeigen von Krystallisation sichtbar waren. Es war ein Doppelsulfuret von Zinn und Blei, mufste aber nothwendig auch Zinnoxyd und wahrscheinlich eben so Bleioxyd enthalten. Denn zur vollständigen Zersetzung der 4 At. Bleiglätte hätten sich die 4 At. Schwefel, die im Schwefelzinn enthalten sind, als schweflige Säuren entwickeln müssen; allein, da viel davon im Regulus blieb, so mufste ein Theil des Sauerstoffs der Bleiglätte sich auf das Zinn geworfen haben oder mit dem Blei verbunden geblieben seyn. Auf dem Metallklumpen war keine Spur von Schlacke.

Das *zweite* Gemisch gab 36 Grm. Blei und eine glasige, opake, dunkelbraune Schlacke; das *dritte*: 54 Grm. Blei und eine glasige, durchscheinende, hyazinthrothe Schlacke. Die beiden *letzten* Gemische lieferten 60 Grm. ganz reinen Blei's und eine Schlacke, ähnlich der vorhergehenden. Durch Rechnung, und in der Voraussetzung, dafs das Zinn sich nur im Minimo oxydire, findet man, dafs bei den Versuchen höchstens 6,2 Th. Blei auf 1 Th. Musivgold entstehen können. Die Verschlackung des Musivgoldes erfordert also nur 25 bis 30 Th. Bleiglätte.

Schwefelantimon. Das Schwefelantimon hat eine grofse Neigung, sich mit der Bleiglätte zu verbinden, und

um es völlig zu entschwefeln, mufs man es wenigstens mit dem 25fachen seines Gewichts von diesem Oxyd erhitzen. Von Gemischen beider Substanzen in folgenden Verhältnissen:

Schwefelantimon	10	1 At.;	10;	10;	10;	10 Grm.
Bleiglätte	38	3 -	60;	100;	140;	250 -

gaben die drei ersten Reguli von dehnbarem Blei, 2 Grm., 9 Grm. und 27 Grm. wiegend, und sehr flüssige, compacte, dunkelschwarze, etwas metalloïdische Schlacken. Diese Schlacken sahen dem Abstriche oder der schwarzen Bleiglätte ähnlich, die sich in den meisten Hütten, wo man Blei aus Bleiglanz gewonnen, behandelt, zu Anfange der Cupellation erzeugt, und sind von gleicher Natur mit derselben.

Das *vierte* Gemisch gab einen 50 Grm. wiegenden Bleiregulus, und eine compacte, durchscheinende, sehr schön hyazinthrothe Schlacke von glasigem, glänzendem Bruch.

Von dem letzten Gemische wurden 57 Grm. dehnbaren Blei's erhalten, was beweist, dafs die Entschwefelung vollständig gewesen war, und dafs das Antimon sich sämmtlich als Oxyd in der Schlacke befand. Diese Schlacke war wenig von gewöhnlicher Bleiglätte verschieden.

Schwefelarsenik. Das Operment bildet mit dem Bleioxyd Verbindungen, die ungemein schmelzbar sind, und die sich nur durch einen grofsen Ueberschufs von Bleiglätte vollständig entschwefeln lassen; man braucht dazu (auf 1 Th. des ersteren) wenigstens 50 bis 60 Th. von letzterer. Operment und Bleiglätte wurden in folgenden Verhältnissen mit einander vermischt:

Operment	5gr.,2	1 At.;	Bleiglätte	27gr.,9	3 At.
-	5 ,2	1 -	-	55 ,8	6 -
-	5 ,2	1 -	-	102 ,3	11 -
-	5 ,2	1 -	-	130 ,2	14 -
-	5 ,2	1 -	-	167 ,3	18 -
-	5 ,2	1 -	-	196 ,0	21 -

Die *erste* Mischung gab ein compactes opakes Oxysulfuret, von einem, etwas metalloïdischem Schwarz, und körnigen und krystallinischen Bruch. Es reducirte sich kein Blei, aber es entwich viel Arsenikrauch. Die *zweite* Mischung gab ein ähnliches Oxysulfuret und 4 Grm. dehnbaren Bleies; die *dritte:* 30 Grm. Blei und eine compacte, glasige, opake, sehr glänzende und schön schwarze Schlacke; die *vierte:* 36 Grm. Blei nebst einer compacten, glasigen, schwarzbraunen, an dünnen Rändern durchscheinenden, und dann eine schön hyazinthrothe Farbe zeigenden Schlacke; die *fünfte:* 45 Grm. Blei und eine glasige, durchscheinende, schön hyazinthrothe Schlacke; endlich die *letzte:* 47 Grm. Blei, nebst einer glasigen, durchscheinenden, blafshyazinthrothen Schlacke, welche noch Schwefelarsenik enthielt.

Mit 60 Th. Bleiglätte ist die Schlacke krystallinisch, grünlichgelb wie geschmolzenes Bleioxyd, und frei von Schwefelarsenik. Das Blei, welches aus diesen Reactionen hervorgeht, ist dehnbar und enthält kein Arsenik chemisch gebunden; aber es ist sehr dunkelgrau, weil es vom Oxysulfuret durchzogen ist, ganz wie es von Bleiglätte durchzogen ist, wenn es inmitten dieser Substanz geschmolzen wird. Die Abwesenheit des Arseniks in dem Blei, welches aus der Einwirkung der Bleiglätte auf das Schwefelarsenik hervorgeht, beweist, dafs beide Bestandtheile des letzteren gleichzeitig oxydirt worden sind. Hr. Fournet hat gezeigt, dafs die *Abstriche*, welche man in den Hütten von *Katzenthal* (Departement Niederrhein) erhält, Verbindungen von Bleioxyd und Schwefelarsenik sind, und dafs sie kein Schwefelantimon enthalten, wie die von der Behandlung des Bleiglanzes herrührenden Abstriche.

Schwefelblei. Wie bekannt reagiren Bleiglätte und Bleiglanz bei der Rothglühhitze so auf einander, dafs sie sich gegenseitig zersetzen, ohne dafs je ein Oxysulfuret dabei gebildet wird. Wendet man 2 Atome Bleiglätte (5578) auf 1 At. Bleiglanz (2991) oder 1865 Bleiglätte auf

1000 Bleiglanz an, so bekommt man nur regulinisches Blei. Herrscht die Bleiglätte vor, so wird ein Theil derselben nicht reducirt, und dieser bedeckt dann das Blei. Ist dagegen der Bleiglanz im Ueberschuſs, so bildet sich ein Sub-Sulfuretum, welches auf dem flieſsenden Metalle schwimmt. Wenn aber die Bleiglätte mit einem gewissen Antheile irgend eines Oxydes oder Schwefelmetalls verbunden ist, so verliert sie ihre oxydirende Wirkung auf den Bleiglanz, und dann kann sie sich mit diesen wie mit andern Schwefelmetallen verbinden, ohne daſs eine gegenseitige Zersetzung eintritt. Hier der Beweis:

25 Grm. Schlacke, welche vom zweiten der mit der Blende gemachten Versuche herrührten, wurden mit 2,5 Grammen Bleiglanz geschmolzen; man erhielt eine ganz ähnliche und recht homogene Schlacke, nebst einem 2,5 Grammen wiegenden Klumpen von Unter-Schwefelblei. Wenn der Bleiglanz bei der Einwirkung auf die Bleiglätte entschwefelt worden wäre, würden sich 7 Grm. Blei gebildet haben, woraus man sieht, daſs keine Entschweflung stattfand.

80 Grm. von der beim dritten Versuch über den Schwefelkies erhaltenen Schlacke wurden mit 8 Grm. Bleiglanz erhitzt. Die Schmelzung fand unter beträchtlichem Aufschwellen statt. Die neue Schlacke hatte dasselbe Ansehen wie die frühere, und enthielt nur in ihrem unteren Theile einige Lamellen von Unter-Schwefelblei, allein es bildete sich kein Regulus. Der Bleiglanz hatte also gar nicht auf die Bleiglätte eingewirkt, dagegen sich theils verflüchtigt, theils in der Schlacke gelöst.

Reduction der Oxysulfurete. Ich wünschte zu erfahren, ob das Blei, welches in den schwefelhaltigen Schlacken befindlich ist, vollständig durch Kohle reducirt werde, oder ob eine gewisse Quantität desselben mit dem Schwefelmetall verbunden bleibe. Zu dem Ende erhitzte ich in einem mit Kohle ausgefütterten Tiegel 25 Grm. von derselben Schlacke, welche ich zu dem vorhergehen-

den Versuche angewandt hatte. Die Masse schwoll ungemein auf und stieg zum Theil aus dem Tiegel. Man erhielt 10 Grm. geschmeidigen Blei's und 7 Grm. einer neuen Schlacke, die compact, glasig, opak, schwarzgrau und von einer Haut eines halbdehnbaren Steins umschlossen war Durch eine Analyse fand ich, daſs diese Schlacke hauptsächlich aus Kieselerde, Alaunerde und Eisenoxydul bestand, und nur eine sehr geringe Menge Bleioxyd enthielt.

Schwefelbarium. Auſser den bereits genannten Schwefelmetallen habe ich noch Schwefelbarium, bereitet durch Glühen von auverguer krystallisirtem Schwerspath mit Kohle, der Wirkung der Bleiglätte unterworfen; sonstige Arbeiten haben mich aber abgehalten, diesen Versuchen die gehörige Ausdehnung zu geben. Bei Anwendung von 2 At., 3 At., oder 4 At. Bleiglätte auf 1 At. Schwefelbarium, findet keine Schmelzung statt, und es bildet sich eine schlackige Masse, in welcher man eine Menge kleiner Bleikörner erblickt. Behandelt man diese Masse mit Wasser, so löst sich Schwefelbarium, und gieſst man darauf Essigsäure auf den Rückstand, so wird Baryt und Bleioxyd, ohne irgend ein Aufbrausen, gelöst, und es bleibt ein Gemenge von Blei, Schwefelblei und schwefelsaurem Baryt zurück.

Erhitzt man 1 Th. Schwefelbarium mit 30 Th. Bleiglätte, so wird es vollständig zersetzt, und, ohne die mindeste Entwicklung von schwefligsaurem Gase, in schwefelsauren Baryt verwandelt. Ich habe aber keinesweges die Menge Blei erhalten, welche aus dieser Zersetzung hervorgehen müſste, und weiſs daher nicht, von welchem Umstande das Resultat abhangen mag.

XIV. *Zerlegung des Scheererits.*

Aus einer im Bd. 88. S. 336. dies. Ann. mitgetheilten Notiz wird es den Lesern erinnerlich seyn, dafs man vor einigen Jahren in den Braunkohlenlagern zu Uznach, im Kanton St. Gallen, ein Fossil endeckt hat, welches, wegen seiner grofsen Aehnlichkeit mit der künstlichen Naphthaline, von Hrn. Könlein mit dem Namen *Naphtaline résineuse prismatique* belegt worden ist. Auch wurde daselbst bemerkt, dafs Hr. Hofr. Stromeyer dieses Fossil schon früher untersucht und für dasselbe den Namen *Scheererit* vorgeschlagen habe, zu Ehren des Obersten Scheerer, der zuerst auf das neue Mineral aufmerksam gemacht, und Hrn. Hofr. St. mit einer Probe davon versehen hatte. Die von demselben erhaltene Menge war indefs zu gering, um mehr als eine vorläufige Analyse zu erlauben, und deshalb begnügte sich Hr. Hofr. St. das Fossil nur als einen der künstlichen Naphthaline sehr nahe stehenden Körper zu bezeichnen. Diese vermuthete Nichtidentität der beiden Substanzen scheint nun durch eine vor Kurzem von Hrn. Macaire-Prinsep angestellte in der *Bibliothèque universelle, T.* 40. *p.* 68., bekannt gemachte Untersuchung bestätigt zu werden, wie aus folgendem Auszug erhellt, zu dem nur noch bevorwortet werden mufs, dafs Hr. Macaire-Prinsep das Material zu seinen Versuchen ebenfalls von Hrn. Scheerer erhalten hatte.

Physische Eigenschaften des Fossils. Dieses, bis jetzt sehr seltene, Fossil findet sich entweder in kleinen, nadelförmigen, weifsen Krystallen, innerhalb der Höhlungen, welche die Fasern eines fossilen Holzes zwischen sich lassen, oder auch in blättrigen, durchscheinenden Ueberzügen, zwischen den Holzschichten, welche aus dem

jahrweisen Wachsthum der Baumstämme entstanden sind Das specifische Gewicht scheint ungefähr 0,65 zu seyn, das des Wassers gleich 1 gesetzt. Seine Farbe ist weifs oder schwach gelb; es ist ohne Geschmack, und, selbst beim Reiben, ohne Geruch.

Chemische Eigenschaften. Da Hr. Scheerer mir geschrieben, dafs er diesen Körper für ähnlich der künstlichen Naphthaline halte, welche bekanntlich bei der Destillation des Steinkohlentheers gewonnen wird, so stellte ich mit diesen beiden Substanzen eine Reihe vergleichender Versuche an. Die sehr geringe Menge der fossilen Substanz, welche mir zu diesen Versuchen zu Gebote stand, wird hoffentlich die etwaigen Mängel derselben entschuldigen.

In einem Glasröhrchen erhitzt, schmilzt die Substanz anfänglich, und bleibt sehr lange flüssig und durchsichtig, selbst wenn das Rohr schon ganz erkaltet zu seyn scheint. Wenn man alsdann das Tröpfchen mit einem spitzigen Instrumente berührt, so erstarrt sie augenblicklich zu einer strahligen Masse. Mittelst destillirten Wassers, in welches ein Thermometer getaucht ist, erhitzt, wird die Substanz beständig bei +44° C. flüssig, und verstärkt man die Hitze, so verflüchtigt sie sich vor dem Siedepunkt des Wassers, ungefähr bei 92° C. Vom Wasser scheint sie nicht in merklicher Menge gelöst zu werden. In einem Glasröhrchen bis ungefähr 90° C. erhitzt, destillirt diese Substanz gänzlich und ohne Rückstand über, wobei sie einen weifsen Rauch giebt, welcher sich zu durchsichtigen Tröpfchen im obern Theile des Rohres condensirt. Diese Tröpfchen erstarren, bei Berührung mit einem kalten Körper, augenblicklich zu einer feinstrahligen Masse; der weifse Rauch hat einen schwachen, harzähnlichen Geruch.

Die künstliche Naphthaline hat ein specif. Gewicht von 0,78, das des Wassers gleich 1 gesetzt. Sie schien mir in mehreren Versuchen beständig bei 78° C. zu

schmelzen. Thomson setzt den Schmelzpunkt auf 82° C. (180° F.), Ure auf 76° C. (178° F.). Die von mir gefundene Zahl, welche zwischen den der beiden genannten Chemiker liegt, ist genau doppelt so grofs, wie der Grad, bei dem die fossile Materie schmilzt, und diefs ist der erste wesentliche Unterschied zwischen beiden Substanzen. Die künstliche Naphtaline verflüchtigt sich erst bei 210° C., also bei einer fast doppelt so hohen Temperatur, als bei welcher die fossile Substanz verfliegt. Auch krystallisirt die Naphtaline, beim Erkalten, in rhomboïdalen Blättern oder kleinen Schuppen von silberweifsem Glanze. Die fossile Substanz läfst sich wegen ihrer ungemeinen Flüchtigkeit unmöglich anzünden; sie hat sich längst verflüchtigt, ehe die Temperatur so hoch gestiegen ist *). Es hält selbst ziemlich schwer die Naphthaline zu entzünden.

In kaltem Alkohol von 40° B. gebracht, sinkt die fossile Substanz zu Boden, und löst sich nur wenig oder mindestens sehr langsam; die Naphthaline dagegen löst sich sehr rasch und in allen Verhältnissen. Durch Erwärmung wird die fossile Substanz in Alkohol sehr viel löslicher, und durch Zusatz von Wasser wird sie aus der Lösung in sehr zarten Nadeln niedergeschlagen.

Wie die Naphthaline, löst sie sich auch kalt im Aether und warm in Terpentinöl. Von kaustischem Kali scheint sie, selbst bei Erwärmung, nicht gelöst zu werden; sie schwimmt unzersetzt in Tröpfchen auf der Lauge.

In verdünnter Schwefelsäure löst sie sich nach und nach bei Erwärmung, färbt sie rosenfarbig und darauf roth; bei verstärkter Hitze wird die Flüssigkeit erst braun, dann schwarz, und zuletzt sondert sich eine Kohle ab.

*) Nach Hrn. Hofrath Stromeyer entzündet sie sich indefs, wenn man sie in einem Platinlöffel über der Weingeistlampe erhitzt, unter Verbreitung eines schwach aromatisch-brenzlichen Geruchs und mit etwas rufsender Flamme (Kastner's Archiv, Bd. 10. p. 114.). *P.*

In diesem Verhalten zur Schwefelsäure kommt sie der künstlichen Naphthaline gleich; nur scheint sie bei gleicher Menge weniger Kohle abzusetzen. Siedende Salpetersäure scheint ohne Wirkung auf die fossile Substanz zu seyn, und sie verdampft ohne sich zu zersetzen.

Wie die Naphtaline, löst sie sich, bei einer mäfsigen Wärme, in fetten Oelen. Wie aber schon gesagt, löst sie sich nicht in Wasser, weder in kaltem noch in heifsem.

Nachdem ich, wie mir scheint, bewiesen hatte, dafs das neue Fossil, ungeachtet einer merkwürdigen Aehnlichkeit mit der künstlichen Naphthaline, doch in manchen wichtigen Punkten, wie in Schmelzbarkeit, Flüchtigkeit, Löslichkeit in Alkohol u. s. w., von derselben verschieden ist, glaubte ich noch beide Substanzen der Analyse mit Kupferoxyd unterwerfen zu müssen. Ich gestehe indefs, dafs in die gegenwärtige Analyse nicht das Vertrauen zu setzen ist, welches ich sonst immer zu diesem Verfahren hege, und zwar aus Gründen, die ganz unabhängig sind von dem Werthe dieser Operation, und die sich eben so gut auf jedes andere Mittel zur Anstellung dieser delicaten Untersuchungen anwenden liefsen. Den ersten Grund giebt die ungemeine Flüchtigkeit dieser Substanzen, besonders der fossilen, vermöge welcher ich nicht sicher war, dafs nicht, bei dem raschen Durchgang durch das Kupferoxyd, ein Theil derselben der Zersetzung entging; der zweite liegt darin, dafs ich selbst zu einem einzigen Versuche keine hinlängliche Menge des Fossils besafs, und folglich die Versuche nicht vervielfältigen konnte. Ich gebe daher meine Resultate, wenigstens was die Verhältnisse der Elemente betrifft, mit einigem Zweifel, und in der Hoffnung, sie späterhin genauer prüfen zu können.

Naphthaline. Ure betrachtet diese Substanz als zusammengesetzt aus *zwei* At. Kohle und *einem* At. Wasserstoff. Thomson hat bei Anwendung eines gleichen

Verfahrens, *drei* At. Kohle und *zwei* At. Wasserstoff zu finden geglaubt. Meine Analysen führen sehr nahe zur Gleichheit zwischen der Atomen-Anzahl beider Bestandtheile, indem ich erhielt:

Kohlenstoff	86
Wasserstoff	13,8.

Diefs giebt, wenn man das Wasserstoffatom zur Einheit, und das Atomengewicht des Kohlenstoffs gleich 6 nimmt, 14 Atome Kohlenstoff und beinahe 14 At. Wasserstoff, oder das Verhältnifs von 1 At. zu 1 At., welches man auch in den Bestandtheilen des ölbildenden Gases antrifft.

Fossile Substanz. Dieselbe gab, nach einem einzigen, mit einer geringen Menge angestellten, Versuche:

Kohlenstoff	73
Wasserstoff	24

oder beinahe 2 Atome Wasserstoff auf 1 Atom Kohlenstoff, welches Verhältnifs gleich ist mit dem beim Einfach-Kohlenstoff.

Aus diesen Versuchen schliefst Hr. Macaire-Prinsep, dafs die in der Braunkohle zu Uznach vorkommende Substanz eine zur Classe der brennbaren Fossilien gehörende, natürliche Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff sey, die zwar einige Aehnlichkeit mit der Naphthaline habe, aber doch in mehrerer Beziehung von derselben abweiche, so dafs man sie nicht mehr, wie Hr. Scheerer, *natürliche Naphthaline* nennen könne, sondern unter einem eignen Namen aufführen müsse. Es wird daher wohl am zweckmäfsigsten seyn, den von Hrn. Hofrath Stromeyer vorgeschlagenen Namen: *Scheererit* für diese Substanz beizubehalten.

XV. *Ueber eine Methode, das Platin schmiedbar zu machen;*
von William Hyde Wollaston.

[Die Abhandlung, von der die folgenden Zeilen nur eine vorläufige, aus den *Philos. Mag. and Annales*, *V*. *p.* 65., entlehnte Nachricht geben, wurde, wenige Wochen vor dem, zum grofsen Verluste für die Wissenschaft am 22. Dec. 1828 erfolgten, Tode ihres berühmten Verfassers, in der K. Gesellschaft zu London vorgelesen.]

In diesem Aufsatze setzt der Verfasser die Verfahrungsarten aus einander, welche er, nach einer langen Erfahrung in der Behandlung des Platins, als die geeignetsten betrachtet, um dieses Metall vollkommen schmiedbar zu machen. Bei der Reinigung durch Auflösen in Königswasser und Fällen mit Salmiak, wird selten hinlängliche Sorgfalt darauf verwandt, das Auflösen des im Erze enthaltenen Iridiums durch gehörige Verdünnung des Lösungsmittels zu verhindern. Der Verfasser giebt an, welcher Grad von Verdünnung zu diesem Behufe erforderlich ist, und in welchen Verhältnissen die Säure angewandt werden mufs. Die Digestion mufs, bei allmälig verstärkter Hitze, drei bis vier Tage hindurch fortgesetzt werden, und, bevor man den Salmiak hinzusetzt, mufs man das zarte pulverförmige Iridium sich vollständig haben absetzen lassen. Der alsdann erhaltene gelbe Niederschlag mufs, nachdem er gut gewaschen und ausgeprefst worden ist, mit der gröfsten Sorgfalt erhitzt werden, so dafs der Salmiak verfliegt, und zugleich die Platintheilchen eine möglichst geringe Cohäsion erhalten. Es wird alsdann zu Pulver verwandelt, erstlich durch Reiben zwischen den Händen, und dann durch Zermalmen der gröberen Theile in einem hölzernen Mörser mit einem hölzernen Pistill, weil das Reiben mit einer härteren Substanz den Theilchen eine polirte Oberfläche geben, und

ihnen die Fähigkeit, in der Hitze zusammen zu schweifsen, benehmen würde. Das Ganze ist alsdann mit reinem Wasser gut auszuwaschen. Bei diesem Processe bezweckt die mechanische Vertheilung im Wasser dasselbe, was bei andern Metallen die Schmelzung leistet. Die erdigen Unreinigkeiten werden vermöge ihrer gröfseren Leichtigkeit nach der Oberfläche geführt, und die Wirkung der Flufsmittel wird durch die Lösungskräfte des Wassers ersetzt.

Der graue Platin-Niederschlag, welcher hiedurch in Gestalt eines gleichförmigen Schlamms oder Breies erhalten worden ist, wird nun zusammengedrückt, in einem 6 $\frac{1}{2}$ Zoll langen hohlen Messingcylinder, welcher inwendig etwas spitz zuläuft, um die Herausnahme des entstandenen Zains zu erleichtern. Zuerst wird das Platin mit der Hand mittelst einer hölzernen Keule zusammengedrückt, um den gröfsten Theil des Wassers auszutreiben. Dann wird es horizontal unter eine eiserne Presse gebracht, deren Einrichtung die Hervorbringung eines grofsen Drucks gestattet. Hierauf wird der Platinkuchen, um die zurückgebliebene Feuchtigkeit zu vertreiben, über einem Kohlenfeuer bis zum Rothglühen erhitzt, alsdann der stärksten Hitze eines Windofens ausgesetzt, und zuletzt, während er noch heifs ist, unter gewissen Vorsichtsmafsregeln, mit einem schweren Hammer geschlagen, um das Metall kräftig zu verdichten. Der alsdann erhaltene Zain kann, wie bei jedem andern Metalle, durch Erhitzen und Schmieden in jede erforderliche Form gebracht werden. Er kann zu Blatt geschlagen, zu Draht ausgezogen, oder jedem andern Procefs, dessen das dehnbarste Metall fähig ist, unterworfen werden.

Die Vollkommenheit der obigen Methode zur Darstellung eines völlig schmiedbaren Platins ergiebt sich, wenn man das specifische Gewicht eines Drahts, der aus dem auf diese Weise erhaltenen Metalle gezogen ist, mit

dem eines ähnlichen Drahts vergleicht, der aus einem vom verstorbenen Dr. Clarke vor dem Knallgasgebläse vollständig geschmolzenen Probe verfertigt worden ist. Das des ersteren ist 21,5, das des letzteren, nach Angabe des Dr. C., 21,16. Einen ferneren Beweis von der Vortrefflichkeit der vom Verfasser angewandten Methode, liefert die grofse Zähigkeit des so erhaltenen Platins, welche durch Vergleichung der Gewichte, die zum Zerreifsen gleichgeformter Drähte von diesem Platin, von Gold und Eisen erforderlich waren, bestimmt wurde. Diese Gewichte standen in dem Verhältnisse: 590:500:600.

Ein Nachtrag enthält einen Procefs, um Palladium mit Hülfe von Schwefel schmiedbar zu machen, und einen andern, zur Darstellung von Osmiumoxyd in reinem, weifsem und krystallisirtem Zustand.

XVI. *Versuch zu einer Gruppirung der elementaren Stoffe nach ihrer Analogie; von J. W. Döbereiner.*

Sehr interessant waren für mich Berzelius Versuche zur Bestimmung der Atomgewichte des Jods und Broms *), denn sie bestätigen die früher in meinen Vorlesungen ausgesprochene Vermuthung, dafs vielleicht das Atomengewicht des Broms das arithmetische Mittel der Atomengewichte des Chlors und Jods sey. Dieses Mittel ist nämlich $\frac{35,470+126,470}{2}=80,470$, eine Zahl, welche zwar etwas gröfser ist, als die von Berzelius gefundene (78,383), aber doch dieser so nahe kommt, dafs man fast hoffen darf, die Differenz werde bei (künftigen) wiederholten scharfen Bestimmungen der Atomengewichte dieser drei Salzbilder ganz verschwinden. Zu jener Vermuthung gab ein bereits vor 12 Jahren gemachter Versuch, die

*) Dies. Ann. Bd. 90. S. 558.

Stoffe nach ihrer Analogie zu gruppiren, Anlafs, und wobei ich fand, dafs das specifische Gewicht und das Atomengewicht der Strontianerde sehr nahe das arithmetische Mittel der spec. Gewichte und der Atomengewichte des Kalk und der Baryterde ist, denn

$$\frac{356{,}019(=\dot{Ca})+956{,}880(=\dot{Ba})}{2}=656{,}449(=\dot{Sr}),$$

und die Erfahrung giebt für dieselbe, nämlich für die Strontianerde, die Zahl 647,285.

In der Gruppe der Alkalien steht in dieser Hinsicht das Natron in der Mitte, denn setzt man für das Lithion die von Gmelin bestimmte Atomzahl =195,310, und die für das Kali =589,916, so ist das arithmetische Mittel dieser Zahlen $\frac{195{,}310+589{,}916}{2}=392{,}613$, was der von Berzelius bestimmten Atomzahl des Natrons =390,897 sehr nahe kommt.

Für die Gruppe des Phosphors und Arseniks fehlt der dritte Factor. Mitscherlich, der Schöpfer der Isomorphologie, wird denselben, wenn er vorhanden ist, zu finden wissen.

Gehören Schwefel, Selen und Tellur zu einer Gruppe, was man wohl annehmen darf, da das spec. Gewicht des Selens genau das arithmetische Mittel der spec. Gew. des Schwefels und des Tellurs ist, und alle 3 Stoffe sich mit dem Wasserstoff zu eigenthümlichen Wasserstoffsäuren verbinden, so bildet Selen das mittlere Glied, weil

$$\frac{32{,}239(=S)+129{,}243(Te)}{2}=80{,}741$$

und die empirisch gefundene Atomenzahl des Selens =79,263 ist *).

Das

*) Das Tellur hat gewifs noch eine höhere Oxydationsstufe als $\ddot{Te}$ ist. Vielleicht kann es unter denselben Umständen, unter welchen Mitscherlich $\dddot{Se}$ aus Se gebildet hat, in $\dddot{Te}$ verwandelt werden.

Das Fluor gehört zwar zu den Salzbildern, aber gewifs nicht in die Gruppe des Chlors, Broms und Jods, sondern vielmehr zu einer andern Classe von Salzbildern, welche sich vielleicht zu den erstern wie die alkalischen Erden zu den Alkalien verhalten. Da es eine sehr kleine Zahl hat, so bildet es wahrscheinlich das erste Glied dieser vermutheten Gruppe, und in diesem Falle wären noch zwei andere Glieder zu entdecken, wenn nämlich die Trias ein Gesetz für alle Gruppen chemischer Stoffe ist.

Vergleicht man die Zahlen, welche die Atomengewichte der hier gruppirten Stoffe ausdrücken, mit der Intensität der chemischen Anziehung, die diesen Stoffen zukommt, so findet man, dafs erstere mit den letztern bei den Alkalien und alkalischen Erden im *geraden* Verhältnisse, bei den Salzbildern aber im *umgekehrten* Verhältnisse stehen, dafs nämlich Kalk, welcher unter den Alkalien die gröfste Zahl hat, als solches das mächtigste, das Lithion aber, welches die kleinste Zahl hat, das schwächste ist, und dafs das Natron, welches den mittlern Werth von Kali und Lithion behauptet, schwächer als Kali und mächtiger als Lithion ist. Eben so verhalten sich Baryt-, Kalk- und Strontianerde. Chlor aber, welches die kleinste Zahl hat, ist der mächtigste, und Jod, welches die gröfste Zahl behauptet, der schwächste Salzbilder, und in der Mitte beider liegt das Brom. Drückt man die Intensität der chemischen Anziehungskraft der gruppirten Stoffe durch die Zahlen 1, 2 und 3 aus, so lassen sich diese Betrachtungen übersichtlich auf folgende Art darstellen:

a) Salzbilder und deren Säuren.			Intensität der chem. Anziehung
$221{,}325 = Cl$.	$455{,}129 = \bar{H}\bar{Cl}$.	$942{,}650 = \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{Cl}}$	3
$789{,}145 = J$.	$1590{,}770 = \bar{H}\bar{J}$.	$2078{,}290 = \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{J}$	1
———	———	———	
$\frac{1010{,}470}{2} = Br$.	$\frac{2045{,}899}{2} = \bar{H}\bar{Br}$.	$\frac{3020{,}940}{2} = \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Br}$	2

b) **Säurebilder und Säuren.**

			Intensität der chem. Anziehung
$201{,}165 = S$	$213{,}644 = HS$	$501{,}165 = \dddot{S}$	3
$806{,}452 = Te$	$831{,}412 = \overset{2}{H}Te$	$1106{,}452 = \dddot{Te}$?	1
$\frac{1007{,}617}{2} = Se$	$\frac{1045{,}056}{2} = HSe$	$\frac{1607{,}617}{2} = \dddot{Se}$	2

c) **Alkalibilder und Alkalien.**

$95{,}310 = L$	$195{,}310 = \dot{L}$	1
$489{,}916 = K$	$589{,}916 = \dot{K}$	3
$\frac{585{,}226}{2} = Na$	$\frac{785{,}226}{2} = \dot{Na}$	2

d) **Erdalkalibilder und alkalische Erden.**

$256{,}019 = Cu$	$356{,}019 = \dot{Cu}$	1
$856{,}880 = Ba$	$956{,}880 = \dot{Ba}$	3
$\frac{1212{,}899}{2} = Sr$	$\frac{1312{,}899}{2} = \dot{Sr}$	2

Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff scheinen isolirt zu stehen, die Repräsentanten der Basen-, Säure- und Salzbilder zu seyn. Der Umstand, daſs das arithmetische Mittel der Atomgewichte des Sauerstoffs $=16{,}026$ und des Kohlenstoffs $=12{,}256$ das Atomengewicht des Stickstoffs $=14{,}138$ ausdrückt, kann hier nicht in Betracht kommen, weil zwischen diesen drei Stoffen keine Analogie statt findet.

Die Erdmetalle und die Erden selbst nach ihrer Aehnlichkeit zusammenzustellen, wollte mir noch nicht genügend gelingen. Es bilden zwar:

Bor und Silicium, mithin auch $\dddot{B}$ und $\dddot{Si}$

Aluminium und Beryllium, also auch $\dddot{Al}$ und $\dddot{Be}$

Yttrium und Cerarium, daher auch $\dot{Y}$ und $\dot{Ce}$

besondere Gruppen, aber jeder derselben fehlet das dritte

Glied. Das Magnesium stehet ganz allein, und das Zirkonium reihet sich an Titan und Zinn.

Die Gruppe der erzmetallischen Alaunbilder ist vollzählig. Die Factoren derselben sind:

Eisenoxyd $\dddot{Fe}$, Manganoxyd $\dddot{Mn}$ und Chromoxyd $\dddot{Cr}$, letzteres bildet wahrscheinlich das mittlere Glied, denn

$$\frac{979{,}426\,\dddot{Fe} + 1011{,}574\,\dddot{Mn}}{2} = 995{,}000\,\dddot{Cr}.$$

Mit der Magnesia sind, nach Mitscherlich, isomorph, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Ni}$, $\dot{Co}$, $\dot{Zn}$ und $\dot{Cu}$. Diefs ist eine höchst interessante Reihe von Stoffen, denn sie enthält erstens alle die magnetischen Metalle und dann die besten Elektricitätserreger. Aber wie soll man sie ordnen, wenn die Dreiheit (Trias) als Princip der Gruppirung angenommen wird? In der Natur kommen Fe, Mn und Co als Oxyde häufig mit einander verbunden vor, und die Oxyde von Ni, Zn und Cu sollen, nach der Aussage eines Engländers, vereinigt in einem Erze vorkommen, woraus die Chinesen ihr Weifskupfer, das Argentan der Deutschen, darstellen. Wenn dem so ist, so bildet in der ersten Gruppe das Mangan das dritte Glied, denn $\frac{439{,}213\,\dot{Fe} + 468{,}991\,\dot{Co}}{2} = 454{,}102\,\dot{Mn}$, und in der zweiten Gruppe ist es das Kupfer, welches diese Stlle einnimmt, denn $\frac{469{,}675\,\dot{Ni} + 503{,}226\,\dot{Zn}}{2} = 486{,}450\,\dot{Cu}$.

Aber das Atomengewicht von $\dot{Cu}$ ist 495,695, und das spec. Gewicht des Kupfers ist nicht das arithmetische Mittel der spec. Gewichte von Nickel und Zink, und ich glaube daher, dafs jene 6 isomorphen Oxyde anders gruppirt werden müssen. Eine strenge Revision der specifischen und atomistischen Gewichte auf dem Wege des Experiments hebt vielleicht diesen Zweifel.

Die interessanteste Reihe analoger Metalle bilden die metallischen Zünder, d. h. die im Platinerz vorkom-

menden Metalle, wohin Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium und Pluran gehören. Sie zerfallen nach ihrem specifischen und Atomengewichten in zwei Gruppen. Zur ersten derselben gehören Platin, Iridium und Osmium, zur andern Palladium, Rhodium und Pluran (welches letztere das Osmium repräsentirt, während Rhodium dem Iridium und Palladium dem Platin entspricht). Für die Glieder der ersten Gruppe sind, nach Berzelius neuesten Untersuchungen, die Atomengewichte folgende:

für Platin $=1233,260$
- Iridium $=1233,260$
- Osmium $=1244,210$.

Da nun das spec. Gewicht des Iridiums sehr nahe das arithmetische Mittel der spec. Gewichte des Platins und Osmiums (das des letztern nach Berzelius $=10$ gesetzt) ist, so muſs das Iridium als mittleres Glied seiner Gruppe betrachtet werden, in welchem Falle sein Atomengewicht $\frac{1233,260+1244,210}{2}=1238,735$ seyn würde.

Die Atomengewichte für die Glieder der zweiten Gruppe sind, nach demselben trefflichen Naturforscher,

für Palladium $=665,840$
- Rhodium $=651,400$.

Man hätte für Pluran $=636,960$,

wenn nämlich das Atomengewicht desselben den Atomengewichten des Palladiums und Rhodiums so nahe stehet, wie das Atomengewicht des Osmiums den Atomengewichten des Platins und Iridiums, und wenn das Rhodium das mittlere Glied dieser Gruppe darstellt *).

Das spec. Gewicht und das Atomengewicht des Blei's ist ziemlich nahe das arithmetische Mittel der spec. Gewichte und der Atomengewichte des Silbers und Quecksilbers, und ich glaube daher, daſs diese 3 Metalle zusammengestellt werden dürfen.

*) Die Existenz des *Plurans* dürfte indeſs noch etwas zweifelhaft seyn. *P.*

Ob Zinn und Cadmium
Antimon und Wismuth
Gold und Wolfram, oder
Wolfram und Tantal u. s. w.

zusammengehören, und welches die fehlenden analogen Glieder derselben seyn mögen, wage ich nicht zu entscheiden.

XVII. *Neue Art von künstlicher Bildung der Ameisensäure.*

Die Umwandlungen, welche Thier- und Pflanzenstoffe durch eine oft geringe Aenderung des Verhältnisses ihrer elementaren Bestandtheile erleiden, sind gegenwärtig nicht mehr die einzigen Mittel, um auf dem Wege der Kunst organische Substanzen hervorzubringen. Die merkwürdige Bildung des Harnstoffs aus Ammoniak und cyanichter Säure, deren Entdeckung wir Wöhler verdanken *); die Entstehung der Oxalsäure bei der Bereitung des Kaliums, welche L. Gmelin und Liebig beobachtet haben **); ja selbst die Erzeugung der nämlichen Säure, welche nach Wöhler bei der Einwirkung des Cyans auf Ammoniak stattfindet ***), lassen sich nicht ohne Grund als Vorgänge einer andern Art betrachten. Der zweite unter den genannten Fällen beruht nämlich offenbar auf einer Zusammensetzung aus den Elementen, und die beiden übrigen scheinen durch eine eigenthümliche Art von doppelter Wahlverwandtschaft bedingt zu werden. Aber dennoch gehören die eigentlichen Umwandlungen, wo nämlich der eine Stoff nur modificirt wird oder den Hauptbestandtheil zu der Bildung des andern

*) Dies. Ann. Bd. 88. S. 253.

**) Dies. Ann. Bd. 83. S. 525.

***) Dies. Ann. Bd. 79. S. 177.

hergiebt, unstreitig zu den wichtigsten Erscheinungen in der organischen Chemie, und sie erlangen besonders dann Interesse, wenn die neuen Stoffe wohlbekannte, in der Natur vorkommende, Verbindungen von genau ermittelter Zusammensetzung sind. Fälle der letzteren Art, die man als gehörig erwiesen ansehen darf, kennt man im Ganzen nur wenige, und wenn man die bekannten Bildungsprocesse der Essigsäure, Oxalsäure und Apfelsäure ausschliefst, sind ohne Zweifel die ausgezeichnetsten: die Erzeugung des Traubenzuckers aus Stärkemehl, und die beiden Entdeckungen von Döbereiner *), die Verwandlung des Alkohols in Essigsäure durch Hülfe des sogenannten Platinsuboxyds, und die Bildung der Ameisensäure durch Destillation der Weinsteinsäure mit Braunstein und Schwefelsäure.

Ein neues ganz ähnliches Beispiel von künstlicher Erzeugung der Ameisensäure liefert das Stärkemehl. Wenn man nämlich Stärkemehl mit Schwefelsäure und Braunstein destillirt, geht unter Entwicklung vieler Kohlensäure eine saure Flüssigkeit über, die einen sehr durchdringenden, die Augen stark reizenden Geruch besitzt. Diese Flüssigkeit ist Ameisensäure, verunreinigt mit irgend einem flüchtigen Stoff, der die Ursache des eignen Geruches ist. Denn wenn man sie mit einer Basis sättigt, färbt sich die Auflösung gelb, und der Geruch verschwindet. Wenn man ein so gebildetes Salz hierauf mit Schwefelsäure destillirt, bekommt man reine Ameisensäure, die wie andere riecht. Durch die Basis wird also der flüchtige Stoff, der vielleicht ein flüchtiges Oel ist, zerstört. Die Salze von Baryt, Kalk und Blei, die man mit jenem eigenthümlich riechenden Destillate erhält, haben genau dieselbe Krystallform, wie die auf gewöhnlichem Wege erhaltenen ameisensauren Salze. Auch besitzt das Bleisalz, zufolge einer damit angestellten Analyse, genau die-

*) Dies. Ann. Bd. 71. S. 107. und Bd. 72. S. 193.

selbe Zusammensetzung wie das gewöhnliche ameisensaure Bleioxyd.

Die eben mitgetheilten Angaben sind das Resultat einiger Versuche, welche Prof. Wöhler vor ungefähr 8 Monaten auf meine Bitte zu unternehmen die Güte hatte, und zwar auf Veranlassung einer mir von Herrn Tünnermann in *Fulda* übersandten Abhandlung, welche die Destillation des Stärkemehls mit Braunstein und Schwefelsäure zum Gegenstand hatte. Ich bedaure hier sagen zu müssen, dafs Hr. Tünnermann die bei diesem Processe auftretende Säure ganz verkannte, indem er sie für eine neue, von ihm *Pyrogensäure* genannte Säure hielt; auch mufs ich hinzufügen, dafs ihm hiemit schon zum zweiten Mal die Entdeckung einer für die organische Chemie so interessanten Thatsache entging, da die früher von ihm in Tromsdorff's N. Journal, Bd. 16. St. 1. S. 92., unter dem Namen *Amylumsäure* beschriebene Säure, sichtlich ebenfalls nur Ameisensäure war.

Ich mufs übrigens noch bemerken, dafs, nach einer brieflichen Mittheilung des Prof. Liebig, aufser dem Stärkmehl noch mehrere Pflanzenstoffe auf dem obigen Wege Ameisensäure zu liefern im Stande sind. *P.*

XVIII. *Versuche über einige, die plötzliche Ausdehnung elastischer Flüssigkeiten betreffende Erscheinungen; von Peter Ewart.*

(Im Auszug aus den *Philosoph. Mag. and Ann. T. V. p.* 247.)

Vor ungefähr sieben Jahren hatte ich Gelegenheit, einige Versuche mit einer Hochdruck-Dampfmaschine anzustellen, in dessen Kessel der Dampf eine Elasticität von sechszig Pfund (die Atmosphäre mitgerechnet) auf den Quadratzoll besafs. Die Temperatur mufste also inwendig 290° F. betragen. Ich brachte nun ein Thermo-

meter mit seiner Kugel dicht an die Oeffnung des Sicherheits-Ventils, während der Dampf in groſser Menge herausströmte; es stand unverändert auf 160° F. Während die Maschine in Bewegung war, lieſs ich den Dampf durch ein fünf Fuſs langes und vier Zoll weites Rohr entweichen. Ein Thermometer, daſs in die Mündung der Röhre gesteckt wurde, zeigte 212° F.

Da ich sonach die Temperatur des herausströmenden Dampfs an der Sicherheitsklappe, dicht am Kessel, nur 160°, und in fünf Fuſs Entfernung von diesem dagegen 212° gefunden hatte, so verfertigte ich einen Apparat, um auszumitteln, ob, unter gewissen Umständen, der Dampf, nach seinem Herausströmen aus dem Cylinder, in seiner Temperatur steigen könne. Im März 1823 hatte ich Gelegenheit, diesen Apparat an einer Hochdruckmaschine in Anwendung zu bringen. *A* (Fig. 1. Taf. IV.) *) ist eine eiserne Röhre ¾ Zoll im Lichten, welche mit dem Dampfkessel in Verbindung steht, und durch einen Hahn *B* von gleich groſser Oeffnung wie die Röhre verschlossen ist. An diesen Hahn wurde luftdicht ein kupfernes Rohr geschroben, 2 Zoll weit und 16 Zoll lang. In dieses Rohr war das Thermometer *D* eingelassen, so daſs es gerade vor die Mitte der Oeffnung des Hahns *B* und ungefähr anderthalb Zoll davon entfernt zu stehen kam. Ein zweites Thermometer *E* war auf gleiche Weise nahe an dem andern, ganz offnen Ende des kupfernen Rohrs befestigt. Die Elasticität des Dampfes betrug in dem Kessel ungefähr 58 Pfund (einschlieſslich der Atmosphäre) auf den Quadratzoll, und daher muſste die Temperatur inwendig ungefähr 285° betragen. Bei völlig geöffnetem Hahn stand nun das Thermometer *D* auf 212°, während *E* auf 232° stand, und folglich eine Temperaturzunahme von 20° am Ende des Kupferrohrs anzeigte.

Nachdem dieses Rohr fortgenommen worden, wurde

*) Diese Tafel wird dem nächsten Hefte beigelegt. *P.*

ein anderes *C* (Fig. 2. Taf. IV.) von gleichem Durchmesser und neun Zoll Länge an den Hahn *B* geschroben. Diefs Rohr war, wie beim letzten Versuche, mit einem Thermometer *D* versehen. Das Ende *E* des Kupferrohrs war aber durch eine Platte verschlossen, bis auf ein Loch von ungefähr einer Linie im Durchmesser, in der Mitte der Platte. Bei ungefähr derselben Elasticität und bei geöffneten Hahne *B* stand das Thermometer *D* auf 292°, während ein anderes Thermometer mit sehr kleiner Kugel, welches, nahe an dem Loche *E*, in den herausströmenden Dampf gesteckt worden war, 185° zeigte. Eine kleine an beiden Enden offne Glasröhre *F* wurde oben zu einer feinen Spitze ausgezogen und mit dieser in den Dampfstrom gesteckt, während ihr unteres Ende in Quecksilber getaucht war. Das Thermometer *D* zeigte wie zuvor 292°; in dem Rohre *F* stieg das Quecksilber um zwölf Zoll, und zwar stand es um so höher, je näher es dem Ende *E* gebracht wurde.

(Schlufs im nächsten Hefte.)

XIX. *Ueber die angeblich von Hrn. Gannal dargestellten Diamanten.*

Schon bei dem Berichte von Hrn. Gannal's Versuchen, im vorigen Bande d. Ann. S. 387., äufserte ich mein Bedenken, dafs sich Kohle durch Phosphor aus Schwefelkohlenstoff werde abscheiden lassen, und nur die positiven Angaben von der Beschaffenheit der auf diesem Wege dargestellten Diamanten bewogen mich, den Lesern eine sonst so wenig verbürgte Nachricht mitzutheilen. Durch die Herausgeber der *Annal. de l'industr. franç.* erhalten wir jetzt einige Aufklärung über diese angeblichen Diamanten. Sie sagen nämlich, *T. II. p.* 375., ihrer Zeitschrift, dafs die von Hrn. G. dargestellten Krystalle alle *Eigenschaften des Phosphors besitzen, und nicht ein einziger die Kennzeichen des Diamants zeige. Ein solcher Fehlgriff ist fast unbegreiflich!* (P.)

XX. *Ueber das eigenthümliche Getöse zu Nakuhs am Berge Sinai.*

Aus den Berichten mehrerer Reisenden ist es bekannt, daſs sich längs der Ostküste des Meerbusens von Suez ein niedriges Sandsteingebirge hinzieht, welches ungefähr drei Stunden von Tor am Sinai zu einer sonderbaren Erscheinung Veranlassung giebt. Hier nämlich, wo der ungefähr 150 Fuſs hohe Bergrücken einen steilen mit grobem Sand bedeckten Abfall gegen die Küste hin darbietet, den man *Nakuhs* nennt, läſst sich zuweilen ein auffallendes, sehr durchdringendes Getöse vernehmen. Seetzen, der im J. 1810 zuerst auf diese Merkwürdigkeit aufmerksam gemacht hat, sagt, es gleiche anfangs dem Tone einer Aeolsharfe, werde dann später dem eines Hohlkreisels ähnlich, und erreiche zuletzt eine solche Stärke, daſs die Erde zu beben scheine *). In der Phantasie der Araber hat es Aehnlichkeit mit dem Tönen des *El Nakuhs's*, eines langen, horizontal aufgehängten Brettes, welches in den griechischen Klöstern des Orients den meist untersagten Gebrauch der Glocken ersetzen muſs, und eben dieſs hat Veranlassung zu dem Namen jenes Orts gegeben, so wie wohl wahrscheinlich auch zu dem Mährchen, daſs in dem Berge ein Kloster verborgen sey.

Seetzen hat es nicht unternommen eine ganz erschöpfende Erklärung von diesem Phänomene aufzustellen, hält aber unbedenklich das Herabrutschen des grobkörnigen, von der Sonne ausgedörrten, Sandes für die Ursache desselben. Eine so offen daliegende Erscheinung, sollte man meinen, wäre nur einer Deutung fähig. Indeſs ist Hr. Gray, ein englischer Reisender, der im Jahre 1818 diese Gegend besuchte, anderer Meinung. Er sieht, wie es scheint, das Rutschen des Sandes nicht für die Ursache, sondern für die Wirkung des Getöses an,

*) v. Zach's Monatl. Correspondenz, Bd. 26. S. 395.

und stellt als Meinung Anderer hin, dafs das Phänomen, wegen der Nachbarschaft der heifsen Quelle *Hamam Fara-uhn* wohl vulcanischer Natur seyn könne, obgleich er sonst keine Gründe für diese Meinung beibringt, und auch keine Spalten im Berge, die auf ein Aus- oder Einströmen von Luft hätten deuten können, aufzufinden vermocht hat. Diese Hypothese ist ungeachtet ihrer Unwahrscheinlichkeit durch mehrere auswärtige Journale verbreitet worden, und nur Hr. Arago hat, bei einer kurzen Anzeige von derselben in den *Ann. de chim. et de phys. T.* 33. *p.* 434., Gelegenheit genommen, die frühere Beobachtung und Erklärung Seetzen's, von denen, wie es scheint, Hr. Gray keine Kenntnifs besafs, in Erinnerung zu bringen, was späterhin auch von Hrn. Brewster geschehen ist *).

Es ist sicher nicht ohne Schwierigkeit, und vielleicht ohne Versuche gar nicht möglich, mit Bestimmtheit anzugeben, wie das Hinabrollen des Sandes auf einer geneigten Ebene jenes sonderbare Getöse hervorbringen könne. Dafs aber dennoch die von Seetzen gegebene Erklärung im Wesentlichen feststehen bleibe, und hier an ein Aus- oder Einströmen von Luft durch enge Spalten, oder gar an eine vulcanische Action nicht zu denken sey, diefs wird durch die Erfahrung des Professor Ehrenberg bestätigt, welcher im Jahr 1823 ebenfalls den wunderbaren Ort besucht hat. Professor Ehrenberg selbst ist in dem tiefen, sich steil von der Küste aus erhebenden Sandfelde bis zu seinem Gipfel, wo es sich durch Verwittern des Gesteins beständig erneuert, hinaufgestiegen, und hat sich auf's Bestimmteste überzeugt, dafs nur die Bewegung des Sandes die Ursache der Erscheinung ist. Jeder Fufstritt von ihm und seinem Begleiter erregte durch den in Bewegung gesetzten Sand

*) *Edinb. Journ. of Science, T. VII. p.* 51. An beiden Orten wird das Phänomen, wohl nicht mit Recht, ein *subterrestrisches* genannt.

ein partielles Geräusch, welches nur an Dauer und Intensität von dem verschieden war, das sich später hören liefs, wenn das fortdauernde Hinaufsteigen eine gröfsere Sandmasse zum Hinabrutschen gebracht hatte. Mit einem leisen Rauschen anfangend, ging es allmälig in ein Murmeln, Summen und zuletzt in ein Dröhnen von solcher Heftigkeit über, dafs man es mit einem fernen Kanonendonner hätte vergleichen können, wenn es nicht anhaltender und gleichförmiger gewesen wäre. Eben so successiv, wie es entstanden war, verschwand es auch wieder an den verschiedenen Punkten, wenn nach einiger Zeit der Sand zur Ruhe kam. Uebrigens ist es schon durch Seetzen bekannt, dafs sich das Getöse manchmal ohne menschliches Hinzuthun erzeugt, sey es nun, dafs Thiere durch den Sand laufen, oder Wind und herabbröckelndes Gestein die Masse in Bewegung setzen.

Der Sand von *Nakuhs* ist grobkörnig und besteht aus sehr reinen, Krystallfragmenten ähnlichen, durchsichtigen Quarzkörnern, die $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser haben, zuweilen noch gröfser, aber im Ganzen sehr gleichförmig sind; eine Probe davon hat Prof. Ehrenberg in der K. Mineraliensammlung hieselbst niedergelegt. Diese Grobkörnigkeit des Sandes, verbunden mit seiner grofsen Trockenheit und der örtlichen Gestaltung des Bergrükkens, der hier ein gegen das Meer hin offnes amphitheatralisches Thal bildet, ist unstreitig die Ursache, dafs Phänomene, wie das eben beschriebene, bisher nicht weiter bekannt geworden sind. Das Tönen, welches sich, nach Aussage der Eingebornen, in den Granitfelsen am Orinoco bei Sonnenaufgang hören läfst (v. Humboldt, *Relat. hist., T. VI. p.* 377.); das sogenannte Läuten der Bergglocke, dessen Jacobs in Zach's monatlich. Correspondenz, Bd. 27. S. 418., erwähnt, sind hinsichtlich ihrer Entstehung offenbar Erscheinungen ganz anderer Art. Ersteres wird, nach der Vermuthung des Hrn. von Humboldt, von dem Ein- und Ausströmen von Luft

durch Spalten in dem Felsen erzeugt *), und vom Letzteren braucht nur gesagt zu werden, dafs es durch einen in schiefer Richtung gegen einen trocknen Rasenboden geworfenen und auf diesen in Sprüngen bergabwärts fliegenden Stein hervorgerufen wird, um einzusehen, dafs es nur eine sehr entfernte Aehnlichkeit mit dem Phänomene von Nakuhs besitzt. Dagegen soll sich, wie Prof. Ehrenberg von einem alten erfahrnen Schiffer erfuhr, an einem in der Nähe von *El Bitan*, einige Stunden nördlich von Nakuhs, gelegnen Küstenpunkte einmal ein ähnliches Getöse haben vernehmen lassen. (*P.*)

*) Ganz neuerlich hat ein Herr Dr. Roulin versucht eine andere Erklärung aufzustellen. Als derselbe nämlich einen am linken Ufer des Orinoco liegenden Granitfelsen, der von den Missionarien *Castillo* genannt wird, untersuchte, vernahm er bei zufälligem Anstofsen an einen losen Block zu seinem grofsen Erstaunen einen anhaltenden Ton, dem vergleichbar, welcher entsteht, wenn man mit den Fingern auf den Resonanzboden eines Pianofortes schlägt. Bei näherer Besichtigung fand sich, dafs dieser Block, den er anfangs für solid gehalten hatte, oben mit einer Kappe von 2 bis 3 Zoll Dicke bedeckt war, die durch Verwitterung einer Feldspathschicht nur noch in der Mitte mit dem Uebrigen zusammenhielt, und dadurch ganz die Gestalt einer Glocke erhalten hatte. Der Felsen Castillo zeigt, nach Hrn. R., das Eigenthümliche, dafs er von einer Menge paralleler Schichten durchzogen wird, worin sich die Elemente des Granits getrennt und über einander gelagert haben, so dafs Quarz, in einer Mächtigkeit von 2 bis 5 Zoll, den obern Theil einnimmt, dann eine 8 bis 9 Linien dicke Lage Glimmer folgt, und endlich unten der Feldspath eine Schicht von 8 bis 12 Zoll Mächtigkeit bildet. Dieser Feldspath verwittert nun durch die Wirkung der Atmosphäre, und dadurch entstehen tiefe Furchen im Felsen, welche endlich ganze Platten ablösen, und so auch den tönenden Stein erzeugten. Hr. R. vermuthet, dafs ein ähnlicher Umstand die Sage von den Tönen des benachbarten und ganz eben so beschaffenen Felsens von *Carichana* veranlafst habe, und sieht sich in dieser Meinung dadurch bestärkt, dafs die Missionarien die tönenden Steine *Laxas de musica* nennen, das Wort Laxa aber eine Steinplatte bedeute, und solche Platten hier nur durch Exfoliation des Granits entstehen können (*Bullet. univers. Sect. I. T. XI. p.* 54.)

XXI. *Meteorologische Beobachtungen, angestellt*

(Die in Europa sehr seltenen Beobachtungen, von welchen die fol-
des Hrn. Prof. Lichtenstein an die K. Academie in Berlin ge-
schon im folgenden Heft, in einem Aufsatz des Hrn. Leopold

Jahr	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
				Monatliche Mittel		
1819	20,29	20,66	18,06	14,22	14,22	10,55
1820	18,95	20,29	19,67	18,10	12,73	12,22
1821	19,22	20,88	19,30	14,50	12,66	11,50
1822					12,6	11,5
1823	18,9	18,67	17,3	14,9	12,77	12,1
1824	18,5	19,4	17,8	15,8	13,3	11,7
1825	17,78	18,2	16,75	15,9	14,4	12,3
1826	18,22	18,9	17,9	15,75	14,5	11,1
Mittel	18,83	19,54	18,11	15,595	13,39	11,496

Monatliche Mittel

28 Par. Zoll und Linien:

1818						
1819	1,09	1,55	1,45	1,64	2,24	1,78
1820	1,38	0,88	1,45	1,68	1,75	1,78
1821	2,48	2,54	2,82	2,79	3,93	4,25
1822					2,54	2,62
1823	0,65	0,70	0,97	2,13	3,42	3,14
1824	0,86	1,02	0,94	2,43	2,71	3,73
1825	0,99	1,02	1,55	1,94	3,13	3,00
1826	0,14	0,96	0,77	2,43	3,01	3,27
Mittel	1,084	1,24	1,42	2,15	2,84	2,946

Monatliche

1818						
1819	4,84	1,576	3,264	5,178	4,503	7,881
1820	3,94	2,026	4,728	2,927	5,854	4,053
1821	6,97	3,82	3,82	6,98	3,82	3,38
1822					7,42	8,33
1823	3,5	4,94	3,5	8,55	8,56	7,65
1824	3,82	4,84	8,0	5,5	6,07	9,34
1825	3,5	3,6	4,61	5,63	6,3	6,53
1826	3,8	6,4	4,83	6,07	5,84	7,08
Mittel	4,324	3,886	4,679	5,841	6,043	6,7805

in der Capstadt, unter 33° 15′ S. Br.

gende Tafel die monatlichen Mittel enthält, sind durch die Fürsorge langt. Den Commentar zu dieser Tafel finden die Leser zum Theil v. Buch.)

Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
der Thermometerstände, Reaum.						
10,9	12,66	11,70	14,45	18,44	18,11	1819
11,4	11,84	14,07	14,66	19,55	19,55	1820
11,25						1821
10,5		12,6	14,4	16,4		1822
11,5	11,9	13,78	15,3	16,4	17,1	1823
12,4	13,1	13,3	14,5	14,6	17,8	1824
12,2	14,3	14,3	14,9	16,3	17,5	1825
11,3	12,4					1826
11,37	12,7	13,291	14,635	16,95	17,935	Mittel.
der Barometerstände, bei 0° R. 28 Par. Zoll und Linien:						
		2,57	3,22		2,01	1818
3,28	3,37	3,2	2,52	2,22	2,61	1819
3,75	3,60	3,25	3,42	1,07	2,13	1820
4,98						1821
2,55		3,00	2,87	1,57	0,89	1822
3,65	3,02	2,86	2,34	1,54	1,07	1823
4,23	3,63	1,14	2,35	1,50	0,72	1824
3,25	3,64	2,83	2,11	1,36	1,18	1825
3,53	1,66					1826
3,652	3,153	2,698	2,69	1,543	1,515	Mittel.
Barometervariationen, in Par. Lin.						
		5,17	5,6	3,15	4,83	1818
7,029	4,84	5,966	4,728	5,966	4,16	1819
7,318	3,398	5,404	6,079	6,755	4,165	1820
4,15						1821
12,5		5,51	6,3	3,6	3,93	1822
7.42	7,65	5,74	6,07	6,07	5,4	1823
5,51	5,06	3,21	6,75	3,93	4,83	1824
6,18	5,63	4,04	4,72	4,38	6,07	1825
8,9	7,53					1826
7,426	5,886	5,72	5,748	4,82	4,77	Mittel.

XXII. *Notizen.*

Am 20. Nov. 1828 wurde in der K. Gesellschaft zu London ein Aufsatz von Sir Humphry Davy vorgelesen, welcher den Titel führt: Bericht von einigen Versuchen über den Zitterrochen. In diesem Aufsatz, den wir künftig ausführlicher mittheilen werden, führt der Verfasser als eins der Resultate seiner Versuche an, dafs die elektrischen Schläge des Zitterrochens, selbst wenn sie sehr kräftig sind, keine sichtbare Wirkung auf die Magnetnadel eines ungemein empfindlichen Multiplicators ausüben. Er erklärt diefs negative Resultat durch die Annahme, dafs die Bewegung der Elektricität in den Organen jenes Fisches in einer unmefsbar kleinen Zeit geschehe, und dafs dem Strom die zur Hervorbringung magnetischer Effecte nöthige Continuität fehle. Aufserdem erwähnt er noch, dafs er im J. 1815, zur Prüfung der von Volta vermutheten Aehnlichkeit zwischen der nach ihm benannten Säule und den Organen des Zitterrochens, einige Versuche angestellt habe, um mittelst der Schläge dieses Fisches, den er mit Silber zur Kette verbunden hatte, Wasser zu zersetzen, dafs aber auch dieser Versuch ohne Erfolg geblieben sey (*Phil. Mag. and Ann. T. V. p.* 300.)

Bei Versuchen, welche Hr. Taylor in York über das Verbrennen des Steinkohlengases anstellte, hat derselbe unter andern das Resultat erhalten, dafs wenn man auf den Glascylinder einer Gasflamme, die aus einem Brenner von Argandscher Construction hervorkommt, ein Drahtgewebe legt, sich alsdann die Flamme um das Zweifache ihrer anfänglichen Höhe vergröfsert und noch einmal so viel Licht giebt wie vorhin. Er fand auch, dafs sechs Argand'sche Gasflammen, die bei gewöhnlicher Einrichtung *hundert* Cubikfufs Gas, innerhalb 3 Stunden 25 Minuten, verbraucht hatten, mit einer Kappe von Drahtgewebe versehen, nur *funfzig* Cubikfufs Gas in derselben Zeit verzehrten (*ibid. p.* 150.).

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, DRITTES STÜCK.

I. *Ueber die Mittel, die Ergründung einiger Phänomene des tellurischen Magnetismus zu erleichtern; von Alexander von Humboldt.*

(Auszug aus einer am 2. April 1829 vor der K. Academie der Wissenschaften zu Berlin gehaltenen Vorlesung.)

Die naturwissenschaftliche Civilisation der Welt reicht kaum über jene glänzende Epoche hinaus, wo in dem Zeitalter von Galilaei, Huyghens und Fermat gleichsam neue Organe geschaffen wurden, neue Mittel den Menschen (beschauend und wissend) in einen innigeren Contact mit der Aufsenwelt zu setzen, Fernrohr, Thermometer, Barometer, die Pendeluhr und ein Werkzeug von allgemeinerem Gebrauche, der Infinitesimal-Calcul. Wäre die alexandrinische Schule, oder wären die Araber, eine Nation, die den im Alterthum leider unbekannten practischen Sinn des Beobachtens, Messens und Experimentirens zeigte, im Besitz der Hülfsmittel gewesen, die uns gegenwärtig zu Gebote stehen; so würden wir wissen, ob der Druck der Atmosphäre, die aus der Luft sich niederschlagende Regenmenge, die relative Frequenz vorherrschender Winde, die Richtung der isothermischen Linien, wie die Vertheilung des Magnetismus auf dem Erdkörper, seculären Veränderungen unterworfen sind. Bei dem Mangel an nu-

merischen Daten, die auf mehr als 12 Jahrzehnden hinaufreichen, bei dem Mangel an Documenten zur physischen Geschichte des Erdkörpers und des Luftkreises, der ihn umhüllt, ist unser Zeitalter berufen, den kommenden Geschlechtern die Lösung jener wichtigen Probleme vorzubereiten.

Die Vertheilung des Magnetismus auf der Oberfläche unseres Planeten nach den drei Formen der Abweichung, Neigung und Kraftstärke, ist durch die vereinten Bemühungen einer grofsen Zahl von Reisenden in den verschiedensten Zonen mit vieler Sorgfalt ermittelt, und kaum hat sich irgend ein anderer Theil der physischen Erdbeschreibung seit einer geringen Reihe von Jahren in der Ergründung der Gesetze (ich sage nicht, in der Ergründung des Causalzusammenhanges) der Erscheinungen, einer ähnlichen Bereicherung zu erfreuen gehabt. Je tiefer man aber durch Vervollkommnung und gleichmäfsige Anwendung der Beobachtungsmittel in die Gesetze des tellurischen Magnetismus einzudringen anfängt, desto vielfacher werden die Probleme, deren Lösung sich dem Physiker darbieten. Ohne eine genaue Kenntnifs dieser Probleme kann von den vorzüglichsten Instrumenten kein befriedigender Gebrauch gemacht werden. Man mufs vollständig wissen, was zu bestimmen übrig bleibt, um die Veranstaltungen zu treffen, welche zu dem beabsichtigten Zwecke führen können. Der Hauptgegenstand dieser Abhandlung ist, die Nothwendigkeit solcher Veranstaltungen zu entwickeln, und zu zeigen, was, seit meiner Anwesenheit in dieser Hauptstadt, ich davon in's Leben zu rufen versucht habe.

Die magnetischen Erscheinungen des Erdkörpers, in ihrer gröfsten Allgemeinheit betrachtet, hängen eben so wenig wie die climaterische Vertheilung der Wärme, der mittlern monatlichen und ständlichen Veränderungen des Luftdrucks, und die Richtung der Winde von kleinen örtlichen Verhältnissen ab. Es sind grofse, auf dem gan-

zen Planeten gleichzeitig eintretende Veränderungen. Die nach Morlet und Arago von Osten gegen Westen fortschreitende Bewegung der Knoten oder Durchschnittspunkte des magnetischen und Erd-Aequators, welche die Vergleichung der Beobachtungen von Cook und Duperrey, von Vancouver und Freycinet mit Sicherheit darthun, ist bis zum höchsten Norden bemerkbar. Die magnetische Breite jenes Orts wird dadurch verändert, und mit ihr die Neigung und wahrscheinlich auch die Intensität der magnetischen Kräfte. Die Länge der Zwischenzeit, in der ich mit besonderer Vorliebe und immer mit unter sich vergleichbaren, von Le Noir und Gambey construirten, Instrumenten die Neigung an mehreren Punkten beobachtet habe, setzt mich in den Besitz merkwürdiger Resultate über die jährlichen Veränderung der Inclination. In *Berlin* habe ich gemeinschaftlich mit Hrn. Gay-Lussac zu Anfange des Winters 1806 die Neigung mit demselben Instrumente bestimmt, welches auf der Weltumseglung von d'Entrecasteaux gebraucht worden war. Die Inclination betrug 69° 53'. Zwanzig Jahre später, im December 1826, fand ich im Garten von *Bellevue* bei Berlin, gemeinschaftlich mit den HH. Encke und Erman, 68° 39' (nach dem Mittel aus den Beobachtungen mit zwei Nadeln, von denen eine 68° 38' und die andere 68° 40' gab). Die Differenz beträgt also 1° 14', und die mittlere jährliche Abnahme: 3',7 *).

Wenn nicht ältere Beobachtungen oft um mehrere Grade falsch seyn könnten, so würde ich Euler's Beobachtung in der *Théorie de l'inclinaison* (*Mémoires de*

*) Prof. Erman fand mit Instrumenten von gleicher Construction, aber nach verschiedenen Beobachtungs-Methoden, in Berlin 1812 die Inclination = 69° 16', im Jahr 1824 aber = 68° 48', und 1826 im November, im Garten des französischen Hospitals, = 68° 45'; die letztere Beobachtung wurde mit zwei Nadeln gemacht, die eine gab 68° 42' 45", die andere 68° 48' 49".

Berlin 1753) anführen. Er hat die Neigung in Berlin zwischen 71° 45′ und 72° 45′ gefunden, woraus, zwischen 1755 und 1826, im Mittel eine jährliche Abnahme von 2′,6 oder 3′,5 folgt, also eine etwas langsamere, als gute neuere Beobachtungen geben, was der Theorie von der Bewegung der Knoten des magnetischen und Erd-Aequators, bei der allmäligen Annäherung von Berlin an den magnetischen Aequator, keinesweges widerspricht.

In *Paris* haben die von Coulomb angegebenen sehr scharfsinnigen Methoden, die Neigung zu finden, den Erfinder zu sehr irrigen Resultaten geführt. Die erste Beobachtung, welche mit einem vollkommnen Instrumente daselbst angestellt wurde, ist vom Jahre 1798. Die Neigung wurde von mir gemeinschaftlich mit dem Chevalier Borda bestimmt, und gleich 69° 51′ gefunden. Im October 1810 fand ich sie dort mit Hrn. Arago gleich 68° 50′. Die mittlere jährliche Abnahme betrug also in dieser Periode 5′. Dagegen war im August 1825 die Neigung 68° 0′ *), also von 1810 bis 1825 die jährliche Abnahme nur 3′,3. Es ist also keinem Zweifel unterworfen, dafs, je näher der magnetische Knoten dem magnetischen Meridiane von Paris gerückt ist, desto mehr sich auch die Abnahme verlangsamt hat, von 5′,0 zu 3′,3. Auch Hr. Arago erwähnt dieser schwachen Abnahme im *Annuaire pour l'an* 1825, die er für das Jahr 182¾ selbst nur zu 2 Minuten anschlägt. Es ist leicht zu beweisen, dafs dieser Unterschied in der Abnahme zwischen 1798 und 1810, und 1810 und 1825 nicht etwa, wie in älteren Resultaten, den Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden könne. Wäre die Abnahme in beiden Perioden gleichförmig gewesen, so müfsten wir uns, Borda, Arago und ich, um 21 bis 26 Minuten geirrt haben; aber die Ungewifsheit der Resultate hatte bis 1806 etwa 6 bis 7

*) Beobachtung des Hrn. Arago. Am 18. Sept. 1826 fand ich mit Hrn. Mathieu ebenfalls auf der Sternwarte mit einer Nadel 67° 56′,75 und mit der andern 67° 56′,37.

und in neueren höchstens 1 bis 2 Minut. zur Gränze. Man mufs auch nicht vergessen, dafs in die Periode der langsameren Abnahme in Paris das merkwürdige Jahr 1818 fällt, in welchem die westliche magnetische Abweichung abzunehmen, d. h. die Nadel sich gegen Osten zu bewegen anfing. Das mittlere jährliche Fortrücken der Declination in vor- und rückwärts schwankender Bewegung ist ebenfalls ungleichförmig, je nachdem die Linie ohne Abweichung sich nähert oder entfernt. Vergleiche ich meine Berliner und Pariser Beobachtungen der Neigung aus der Periode von 1806—1826, so finde ich die jährliche Abnahme für Berlin =3',7, und für Paris =3',8, eine auffallende Uebereinstimmung. Bei der ganz unwahrscheinlichen Annahme, dafs die Beobachtungsfehler beider auf eine Seite fallen, und dafs sie für 1806 volle 6' und für 1826 volle 2' betragen, würde das Resultat der Abnahme der Inclination doch nur um 24" auf 228" (fast $\frac{1}{10}$) verändert werden.

In *London*, wo Cavendish und Gilpin zuerst 1806 die von Le Monnier und Lord Mulgrave allgemein geläugnete jährliche Veränderung der Neigung bemerkt haben, war die mittlere jährliche Abnahme von 1775 bis 1806 genau 4' 18", also bis $\frac{1}{7}$ oder 36" der gleich, welche ich für Paris zwischen der Epoche meiner Abreise nach Spanien und Süd-America und dem Jahr 1806 gefunden habe.

In *Göttingen* fand ich mit Hrn. Gay-Lussac am Ende des Jahres 1805 die Inclination =69° 29', am 28. Septemper 1826, also 21 Jahre später, gemeinschaftlich mit Hrn. Hofrath Gaufs, am Abhange des Heinberges, =68° 29' 26" (mit einer Nadel =68° 30' 7", mit einer zweiten 68° 28' 45"). Die jährliche Abnahme, 2',8, ist auffallend klein, da sie, wie wir eben gesehen, in dem östlicheren *Berlin* für dieselbe Zeit 3',7, und in dem westlicheren *Paris* 3',8 betrug, also an beiden Orten fast $\frac{1}{3}$ gröfser war! Die Beobachtung von 1806 in Göttingen

ist aber keinesweges in Zweifel zu ziehen; denn Prof. Mayer fand zu derselben Epoche durch die Methode der angehängten Gewichte, mit vieler Sorgfalt, 69° 26', also nur 3' weniger, als Hr. Gay-Lussac und ich. Es ist zu wünschen, dafs man künftig auf diese Unterschiede des Ganges der jährlichen Inclinations-Veränderung zwischen *Paris, Göttingen* und *Berlin* aufmerksam sey, aber nur Beobachtungen traue, in denen zwei Nadeln nach Umkehrung ihrer Pole nicht mehr als 2 bis 3 Minuten von einander abweichen.

Im letzt verflossenen Sommer habe ich *Freiberg* in der Absicht besucht, um in einer Grube, wo das Gestein (Gneis) nicht auf die Magnetnadel wirkt, die Neigung in einer Saigerteufe von 800 Fufs und an der Oberfläche, senkrecht über dem unterirdischen Punkt, zu bestimmen. Der Unterschied war nur 2',06; aber bei der Sorgfalt, welche ich angewandt, lassen die in der Note angeführten Resultate jeder einzelnen Nadel doch wohl glauben, dafs in der Grube (dem Churprinz) die Neigung etwas gröfser ist, als auf der Oberfläche des Gebirges.

Eine Reise, welche Hr. Arago im Jahr 1825 im nördlichen Italien, ebenfalls mit einem Gambey'schen Neigungscompafs (nach der Construction des Chevaliers Borda) gemacht hat, gewährt noch ein Paar sehr sichere Vergleichungspunkte, *Florenz* und *Turin*, zur Bestimmung der Wirkung des herannahenden magnetischen Aequator-Knotens. Die eine Beobachtung, die zu *Florenz*, giebt für 1805 bis 1826, die mittlere jährliche Abnahme der Neigung = 3',3, die andere, in *Turin*, 3',5. In *Florenz* wurde die Neigung zufällig an demselben Tage, am 26. September, beobachtet und = 62° 56' gefunden, an welchem ich dieselbe 20 Jahre früher, mit Hrn. Gay-Lussac, = 63° 57' gefunden hatte. Hr. Arago beobachtete im Garten Boboli, wir im Wäldchen bei den Caccini, so immer in freier Luft, fern von allen Gebäuden. In

Turin wurde die Beobachtung von 1805, der rauhen Witterung wegen, in einem Gartenhause, die Beobachtung von 1825 dagegen im Garten Valentino gemacht.

Florenz und *Turin* geben also wieder, für die Epoche von 1805 bis 1825, bis 18″, d. h. bis $\frac{1}{10}$ des Ganzen, dieselbe mittlere jährliche Abnahme, als *Berlin* und *Paris* *). Die numerische Bestimmung dieses Elementes ist wichtig für die Bewegung der Knoten und der damit zusammenhängenden Veränderung der magnetischen Breite **). In der *Havanah*, wo ich im December 1800 und Capitain Sabine 1822 die Neigung bestimmten, ist die mittlere jährliche Abnahme ebenfalls 3′,9, also fast so grofs wie in Paris gewesen (*Relation historique III. p.* 361.).

*) Ich nehme bei dieser Vergleichung keine Rücksicht auf *Lyon*, weil bei dieser mit Hügeln von sogenanntem uranfänglichem Gesteine durchschnittenen Stadt Hr. Arago und ich an sehr verschiedenen Punkten beobachtet haben. Im Mai 1805 fand ich mit Hrn. Gay-Lussac auf dem Hügel Notre Dame des Fourriere 66° 14′; im September 1825, Hr. Arago, in einem Garten in der Ebene bei Lyon, 65° 39′. Die scheinbare jährliche Abnahme wäre also 1′,7.

**) Zur Erleichterung künftiger Vergleichungen, lege ich hier nachfolgende Resultate nieder, und zwar von Punkten, an denen ich mit besonderer Sorgfalt neuerlichst beobachtet habe.

Metz. Ebene zwischen Montigny und Ouvrage à Cornes der Cidatelle, 200 Toisen südlich von der *Lunette*, in freier Luft, am 2. Sept. 1826 um 5½ Uhr Abends, 67° 29′,5 (Nadel *A*, 67° 29′; Nadel *B*, 67° 30′).

Frankfurt am Main, Sept. 1826, in freier Luft, im Garten des Hrn. Geheimen Raths v. Sömmering, 67° 52′ (Nadel *A*, 67° 54′; Nadel *B*, 67° 50′).

Teplitz, auf dem Spitalberge, etwas nördlich von der Schlakkenburg, am 11. Juli 1828, in freier Luft, 67° 19′,5 (*A* = 67° 19′,3; *B* = 67° 19′,8).

Prag, am 19. Juli 1828, von 5 bis 7 Uhr Nachmittags, im gräflich Bucquoi'schen Garten, bei Bubenatsch, 1000 Klafter Wiener Maafs nördlich von Prag, in freier Luft, mit Professor Hallaschka, 66° 47′,6 (*A* = 66° 47′,7; *B* = 66° 47′,5).

Dieselbe Ursache, deren Wirkungen wir hier in diesen nördlichen Zonen verfolgen, macht begreiflich, warum die Neigung der Magnetnadel seit Cook's Reisen, also seit 50 Jahren, so beträchtlich auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung und auf *St. Helena* zugenommen hat,

Millischauer Porphyrschieferberg (nach meiner Messung 326,5 Toisen über Prag), am 26. Juli 1828, Inclination auf dem Gipfel =67° 53',5 (A=67° 54',7; B=67° 52',4); sie ist sonderbar grofs in Vergleich mit Prag und Teplitz; wahrscheinlich durch Wirkung einer Localanziehung in dem Magneteisensand enthaltenden Gesteine; vielleicht durch einen Kern von anderer Gebirgsart im Innern des Porphyrschiefer-Kegels.

Freiberg im sächsischen Erzgebirge, am 31. Juni 1828, auf Churprinz über Tage in freier Luft, zwischen 10¾ und 11½ Uhr Morgens (Temperatur der Luft 15°,8 C.). Inclination =67° 32',99 (A=67° 33',87; B=67° 32',12).

Freiberg, Churprinz in der Grube, auf der 7. Gezeugstrecke, auf dem Ludwiger Spathgange, 80 Lachter östlich vom Triebschachte, 40 Lachter westlich vom Kunstschachte, in 133½ Lachter Seigerteufe, zwischen 2 und 2½ Uhr Nachmittags am 30. Juli 1828 (Temperatur der Grubenluft 15°,5 C.), mit Hrn. Professor Reich und Hrn. Bergrath Freiesleben. Inclination =67° 35'.05 (A=67° 37',4; B=67° 32',7).

Dresden, vor dem Dippoldiswalder Thore, unfern der Chaussee, auf freiem Felde mit Hrn. Inspector Blochmann, im August 1828, Inclination =67° 45',8 (A=67° 44',7; B=67° 46',9).

Es ist wohl überflüssig zu bemerken, dafs in allen diesen Versuchen die Pole der Nadeln A und B umgekehrt worden sind. Der mittlere Fehler der Beobachtung, oder der mittlere Unterschied der Resultate beider Nadeln, ist in den Jahren 1825 bis 1829 nur 1',8, und, mit Weglassung zweier übrigens befriedigender Beobachtungen von Frankfurt am Main und Freiberg in der Grube: 1',3.

In Poggendorff's Annalen, Jahrgang 1828, Stück 10. S. 378., finde ich sehr abweichende Beobachtungen von Prag und Dresden, nämlich:

Prag (Keilhau) 1827	Inclination	67°	2'
dito (Dr. Erman)	-	67	11
Dresden (Keilhau) 1827	-	67	41,3
Teplitz (Keilhau)	-	67	28
Königsberg (Dr. Erman)	-	69	0

während sie auf der Insel *Ascension* abgenommen, und auf *Taheiti*, wo die Curve ohne Neigung fast dem Erd-Aequator parallel läuft, meist unverändert geblieben ist. (Arago in der *Connaiss. des tems, pour* 1828, *p.* 251., auch dies. Ann. Bd. 8. S. 175.) Der magnetische Aequator entfernt sich nämlich von *St. Helena*, und nähert sich schnell der Insel *Ascension*, die er wahrschein-

Mein verehrungswerther Freund, Hr. Professor Erman, hat mich daran erinnert, „dafs die Beobachtungen seines Sohnes mit einem kurz vor der Abreise von Königsberg nach München in der Eile zusammengesetzten Apparat angestellt wurden, fast nur um die Coulomb'schen Formeln zu prüfen, dafs aber Vergleichungen mit besseren Beobachtungen und Instrumenten Fehler für *Breslau* von 40′, und für *München* von einem Grad gezeigt haben. Das Prager Resultat hält Hr. Professor Hansteen doch für ziemlich sicher; vielleicht war die Beobachtung in einem Zimmer, im Innern der Stadt angestellt.“ Auch des verdienstvollen Geognosten Hr. Keilhau's Neigungs-Nadel wurde von Berliner Physikern als nicht hinlänglich gut construirt betrachtet. Sie war ihm vom Professor Hansteen mitgetheilt, aber auch die Beobachtungen dieses Gelehrten mit einem Dollond'schen Inclinatorium, weichen beträchtlich mehr unter einander ab, als die Resultate, welche Borda'sche Inclinatoria, selbst zu Anfange dieses Jahrhunderts gaben. Hr. Hansteen fand 1825 in *Drontheim* mit einer Dollond'schen flachen Nadel, ohne Gewichte, im Mittel aus vier Beobachtungen, 74° 49′,6, mit drei verschiedenen Gewichten, 74° 33′,6, mit der runden Nadel, nach dem Mittel aus vier Beobachtungen, 74° 37′,1. Capitain Sabine hatte 1823 die Inclination daselbst = 74° 43′ gefunden.

Diese Bemerkungen über die *Gränzen der Fehler*, deren Kenntnifs in der messenden Physik eben so wichtig, als in der messenden Astronomie ist, dürfen keinesweges das gerechte Vertrauen schwächen, welches man in die Resultate der grofsen nord-asiatischen Reise von Hansteen und Dr. Erman setzen kann. Diese vortrefflichen Astronomen und Physiker sind gegenwärtig mit demselben Gambey'schen Inclinatorium ausgerüstet, dessen Gay-Lussac, Arago und ich, uns seit mehr als 20 Jahren bedienen. Mit diesem Instrumente hat Hr. Dr. Erman neuerlichst (1828) die Inclination zu *Petersburg* = 71° 0′,4 gefunden.

lich in wenigen Jahren erreichen wird. Mit dieser Bewegung der Knoten von Osten gegen Westen steht Hrn. Hansteen's Behauptung, dafs die magnetischen Pole von Westen nach Osten um den Erdpol kreisen (Untersuchung über den Magnetismus der Erde, 1819, S. 35.), in geradem Widerspruch; auch ist diese Behauptung nicht mit der Bewegung der uns am nächsten liegenden Linie ohne Abweichung nach Westen zu vereinigen. Diese zwischen *Moscau* und *Kasan* hindurchgehende Linie steigt gegen *Archangel* nordwärts. Hr. Kupffer, dem die Theorie des tellurischen Magnetismus so Vieles verdankt, bemerkt in einer handschriftlichen Note, die ich von ihm besitze, dafs die östliche Abweichung von *Kasan* 1805 um 2°, aber 1825 über 3° betrug. In *Archangel*, wo die Abweichung im Anfang des 19. Jahrh. ½ Grad westlich war, ist sie jetzt 2 Grad östlich. Diefs sind deutliche Beweise von der Bewegung der russischen Linie ohne Abweichung gegen Westen. Die zweite sibirische Linie ohne Abweichung, die von *Irkutzk*, hat wahrscheinlich eine ähnliche Bewegung; aber nach Schubert, Wrangel und Kupffer zeigt sie das einzige sonst nie beobachtete Phänomen, dafs auf beiden Seiten der Linie, der östlichen und westlichen Seite, die Abweichung östlich ist!

Die Frage, ob die Neigung auch stündliche Veränderungen erleide, ist in den verflossenen Wintermonaten ein besonderer Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen. Da der Limbus des Instruments nur von 10 zu 10 Min. getheilt und, wegen der Oscillationen der sich frei bewegenden Nadel, mit keinem Nonius versehen ist, und daher kaum 2 Min. mit Sicherheit geschätzt werden können, so ist die Beobachtung sehr schwierig. Herr Arago schreibt mir vor einigen Wochen: „Ich habe mich jetzt durch die sorgfältigsten Versuche vollkommen überzeugt, nicht blofs durch Mittelzahlen aus mehreren Versuchen, sondern durch unmittelbare Ablesung, dafs die Neigung um 9 Uhr Morgens gröfser als um 6 Uhr Abends ist.

ch wundere mich nicht, dafs diese Veränderung in den :alten Wintermonaten in Berlin nicht bemerkbar gewe-en ist; auch in Paris wird sie nur in den warmen Sommermonaten so beträchtlich, dafs man sie mit einer Lupe ehen kann.« Diese Verschiedenheit nach den Jahreszei-en hat also die Neigung mit der täglichen Abweichung gemein. Letztere ist bekanntlich in unseren Breiten im Julius und August drei bis vier Mal gröfser als im December und Januar. Merkwürdig ist noch, dafs die stündliche Veränderung der Neigung, wie wir bald sehen werden, im umgekehrten Verhältnifs mit der täglichen Ebbe und Fluth der magnetischen Kraft stehet. Beide Phänomene, welche auch Hrn. Foster in *Port Bowen* und auf *Spitzbergen*, wie Capitain Franklin in *Cumberland-house* beschäftigt haben, verdienen die gröfste Aufmerksamkeit deutscher Physiker.

In der Hoffnung, durch meine schwachen Bemühungen etwas zur Lösung so verwickelter Probleme beizutragen, habe ich mich entschlossen, seitdem ich in mein Vaterland zurückgekehrt bin, die Arbeit über die stündlichen Veränderungen der Abweichung wieder zu beginnen, die mich in den Jahren 1806 und 1807, als ich von Mexico zurückkam, mit so vieler Anstrengung beschäftigt hatte. In der letzt genannten Epoche beobachtete ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde, Hrn. Prof. Oltmanns, vom Mai 1806 bis Juni 1807, mit dem Prony'schen magnetischen Fernrohr, welches an Seidenfäden ohne Torsion in einem Glaskasten hing. Die Aufstellung war mit vieler Sorgfalt geschehen, auf einem steinernen Postamente, im ehemaligen George'schen Garten, den ich bewohnte. Das Signal mit den Theilstrichen, auf welche das durch einen starken Magnetstab regierte Fernrohr gerichtet wurde, konnte bei Nacht erleuchtet werden. Man las an dem Signale mit Sicherheit 7 bis 8 Secunden ab. In der Meinung, welche ich noch gegenwärtig hege, dafs zur Ergründung des periodischen

Ganges der Nadel eine fortlaufende ununterbrochene stündliche Beobachtung (*observatio perpetua*) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten Beobachtungen vieler Monate vorzuziehen ist, beobachtete ich mit Herrn Oltmanns ununterbrochen, meist von halber zu halber Stunde, in den Solstitien und Aequinoctien, drei, vier, sieben, ja selbst neun Tage und eben so viele Nächte. Bisweilen haben andere sehr zuverlässige Beobachter, Hr. Bau-Conducteur Mämpel, Hr. Friesen, Hr. Mechanikus Mendelsohn und Hr. Leopold von Buch, einige nächtliche Stunden für uns übernommen. Das Journal der Beobachtungen, welches Hr. Oltmanns und ich der Academie vorzulegen die Ehre haben, enthält an 1500 Resultate, Mittelzahlen von etwa 6000 Beobachtungen, welche alle schon auf Bogentheile reducirt sind. Die ganze mühselige Arbeit liegt zum Drucke bereit, und ist blos deshalb nicht erschienen, weil ich immer die Hoffnung hegte, sie in Berlin selbst zu vervollständigen. Diese Hoffnung ist bei der neuen Vorrichtung, die ich getroffen, zur Gewifsheit geworden, und ich werde die älteren und neueren Beobachtungen zugleich herausgeben. Die älteren haben den Vorzug, dafs damals (1806 und 1807) keine ähnlichen, weder in Frankreich noch in England, angestellt wurden. Sie gaben mir die ersten Spuren *nächtlicher* Maxima und Minima, die aber, zur Elimination der Störungen, nur durch Mittelzahlen aus vielen Beobachtungen vollständig ergründet werden können. Sie lehrten auch die merkwürdigen magnetischen Gewitter kennen, welche, durch die Stärke der Oscillationen, oft alle Beobachtung unmöglich machen, ja oft mehrere Nächte hinter einander zu derselben Zeit eintreten, ohne dafs irgend eine Einwirkung meteorologischer Verhältnisse dabei bisher hat erkannt werden können.

Das Instrument, welches hier seit dem Monat December beobachtet wird, hat keine Aehnlichkeit mit der Lunette aimantée von Prony, deren ich mich im George'-

chen Garten bediente, und deren allzu grofse Beweg-
chkeit wegen der Luftströmungen, welche die Nähe des
Körpers in dem Glaskasten zu erregen scheint, oft sehr
nbequem wurde. Ich bediene mich gegenwärtig des
Gambey'schen Apparats, welcher, dem älteren Cassi-
i'schen ähnlich, aber zu mikroskopischen Ablesungen
ingerichtet ist. Man beobachtet damit gegenwärtig in
Paris, in *Kasan*, in *Berlin*, und auf meine Bitte, nun
uch in *Freiberg* im Erzgebirge, und in der Provinz Antioquia in Südamerica zu *Marmato* (Nördl. Breite 5° 27').
Die schönste und ausführlichste Reihe von Beobachtungen stündlicher Abweichungen, welche wir besitzen, ist
die, welche man dem Entdecker des Rotations-Magnetismus, Hrn. Arago, auf der Königl. Sternwarte zu Paris verdankt.

Der gelehrte Reisende, Hr. Boussingault, der gleichzeitig die ausgezeichnetsten, chemischen, physikalischen und astronomischen Arbeiten nach Europa gesandt hat, ist durch mehrere Briefe von mir aufgefordert worden, an solchen Punkten der tropischen Regionen, wo die Abweichung östlich ist, den stündlichen Gang der Nadel zu beobachten. Eine Reihe von fast 500 Beobachtungen (meist 6—7 täglich), welche er mir so eben von *Marmato* in der Republik *Columbia* einsendet, zeigt, dafs die östliche Abweichung daselbst, deren absoluter Werth 6° 33' beträgt, von 7 Uhr Morgens bis gegen Mittag abnimmt *), ein Resultat, welches mit Hrn Duperrey's

*) Hr. Boussingault sagt ausdrücklich in seinem Briefe vom 10. Nov. 1828: „*Mes observations de Marmato semblent prouver qu'ici comme à Paris (quoique la déclinaison magnétique à Marmato soit vers l'est) la pointe nord de l'aiguille se meut de l'est à l'oeust, depuis le lever du soleil jusqu'à midi. Ce mouvement a eu lieu lorsque le soleil étoit au zénith, lorsque le soleil a eu des déclinaisons boréales et australes.*" In der beigefügten Tafel nehmen zwar die Winkel von Morgen bis Mittag zu, so dafs die östliche Abweichung der Nadel (im Widerspruch mit den Worten des Briefes) gröfser zu werden scheint;

Beobachtungen zu *Payta* *), und denen vom Professor Kupffer in *Kasan* **) übereinstimmt. Das Nordende der Nadel bewegt sich nämlich, und was sehr merkwürdig ist, sowohl bei nördlicher als südlicher Declination der Sonne, von Osten gegen Westen, während dasselbe Ende, südlich vom magnetischen Aequator, von Westen gegen Osten geht. Boussingault's Beobachtungen unter den Tropen geben, vom Morgen bis Mittag, den mittleren Werth der Amplitudo arcus im August: 4' 31" und im September 3' 13", also drei Mal kleiner als in unseren Breiten und bei unserer Entfernung von der Linie ohne Abweichung. Gleich den stündlichen Veränderungen des Barometers zeigt sich in der magnetischen Periode eine solche Regelmäſsigkeit unter den Tropen, daſs ich für jede der drei Decaden des Augusts 4' 10", 4' 47" und 4' 37" finde, für die drei Decaden des Septembers 3' 35", 3' 40" und 2' 23", also im mittleren Werthe von fünf Decaden nur eine Abweichung von einer Minute. Einzelne Tage im October gaben (durch Störungen?) eine Amplitude von 8 bis 11 Minuten.

Die Aufstellung des Gambey'schen Instruments in

allein ein Fehler in der Reduction mit irriger Annahme der Richtung, in welcher die Eintheilung der Scale fortschreitet, ist hier wohl zu vermuthen, denn die Noniustheile, in Millimeter abgelesen, nehmen zu vom Morgen bis Mittag, und zeigen (wie in Prof. Kupffer's Versuchen) daſs die Abweichung sich in Marmato wie in Kasan von Osten gegen Westen bewegt.

Boussingault.				Kupffer.			
5 Aug.	19 Uhr	20,46	Noniustheile	7 Sept.	20 Uhr	23,51	Noniustheile
-	1 -	20,75	-	-	1 -	24,10	-
8 Aug.	19 -	20,49	-	9 Sept.	20 -	23,77	-
-	1 -	20,82	-	-	1 -	24,25	-

Man ersieht aus diesem Beispiele, wie nöthig es ist, daſs Reisende (und Hr. Boussingault thut es immer) alle Data der Beobachtung mittheilen.

*) *Connaissance des tems pour* 1828, *p.* 252.

**) Kastner's Archiv für Naturlehre. Bd. 12. (1827) p. 280. In Payta und Kasan ist die Abweichung östlich.

Freiberg (in einer Grube auf dem tiefen Fürsten-Stollen, in dem Baue des Methusalems) ungefähr 35 Lachter unter Tage, an einem Orte, dessen Temperatur meist unverändert +8° R. ist *), wurde bei meinem letzten Aufenthalte in Freiberg, im Monat Juni des verflossenen Jahres, von dem Hrn. Berghauptmann von Herder angeordnet. Professor Reich hat die Beobachtungen seit October 1828 mit dem gröfsten Eifer und der ihm eignen Geschicklichkeit in physischen Arbeiten fortgesetzt. Ich besitze bereits über 700 Beobachtungen von ihm, die alle in Bogentheile verwandelt sind. Er hat meist 48 Stunden hinter einander, und sogar von Viertel- zu Viertelstunde, beobachtet. Hr. Schichtmeister Lindner, der Bergamtsauditor Herwig und der Bergacademist Pilz haben diese mühevolle Arbeit mit Hrn. Professor Reich getheilt.

Der Berliner Apparat, welcher nicht blofs zur Bestimmung der stündlichen Abweichung, sondern auch zur Bestimmung der Intensität der magnetischen Kraft zu verschiedenen Tagesstunden und Jahreszeiten dienen kann, ist gegenwärtig in dem grofsen Garten des Stadtraths Mendelssohn-Bartholdy fast 400 Schritt von dem Wohnhause aufgestellt, in einem von Bäumen umgebenen Häuschen, welches nach der freundschaftlichen Anordnung des Geheimen Ober-Bauraths Schinkel eigends dazu aus Backsteinen erbaut ist, ohne alles Eisen, mit Nägeln, Hespen und Schlofs von rothem Kupfer. Der Besitzer des Gartens hat, mit dem in seiner Familie gleichsam erblichen Interesse für Wissenschaften und geistige Bestrebungen, mit der gröfsten Bereitwilligkeit die kleine Anlage gestattet, und den Beobachtern jede erwünschte Bequemlichkeit verschafft.

Die regelmäfsigen täglichen Beobachtungen Morgens

*) Die bisherigen Variationen der Temperatur liegen zwischen 7°,7 und 8°,2 R., eine mittlere Temperatur des Erdkörpers, die bestimmt *gröfser* ist als die der Atmosphäre von Freiberg.

und Mittags (die bequemsten Wechselstunden scheinen, wie in Paris, 6—8 Uhr Morgens und 1—2 Uhr Nachmittags zu seyn) sind bisher mit der rühmlichsten Sorgfalt von dem Hrn. Paul Bartholdy angestellt worden, wie das Register von 74 Tagen aus den Monaten Januar, Februar und März zeigt, welches ich der Academie zu überreichen die Ehre habe. Das Zerreifsen des Seidenfadens ohne Torsion, am 18. Februar, machte eine Unterbrechung von 10 Tagen nöthig. Zu besonderen Zwecken habe ich mehrmals mit diesem jungen Manne, und zuletzt mit meinem Freunde, Hrn. Prof. Encke, gemeinschaftlich beobachtet, z. B. Tags und Nachts, von Stunde zu Stunde, am 31. Januar 27 Stunden, am 25. März 33 Stunden lang. Gleichzeitig mit den letzten Beobachtungen beobachtete auch Hr. Professor Reich in *Freiberg*, einem Orte, der zufällig fast genau im Meridiane von *Berlin*, aber 1° 37′ südlicher, liegt. Der Zufall hat uns nicht ganz begünstigt, denn in der Nacht vom 25. März waren keine so grofse Störungen zu bemerken, als in Berlin z. B. am 31. Januar um Mitternacht; und in *Freiberg*, wie die graphischen Darstellungen beweisen, am 2. Januar um 2 Uhr Morgens, und zwischen 10 und 11 Uhr Abends. Allein die Vergleichung der 33stündigen correspondirenden Beobachtungen in *Freiberg* und *Berlin* bietet zugleich auffallende Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten dar. Die grofse westliche Abweichung am Mittage den 24. März ist gar nicht in *Freiberg*, die grofse östliche um 9 Uhr Vormittags den 25. März ist nicht in *Berlin* im gleichen Maafse beobachtet worden. Der ganze nächtliche Gang ist in Freiberg weit ruhiger als in Berlin gewesen. Ist diefs Folge der Entfernung oder der unterirdischen Aufstellung des Apparats in Freiberg? Bis jetzt ist darüber nicht zu entscheiden, nur erinnere ich noch, dafs Cassini's Beobachtungen zu Paris auch unterirdisch waren. Sein Instrument stand in den *Caves de l'Observatoire*, und zeigte einen Gang, der

der im Ganzen wenig von dem abweicht, welchen man gegenwärtig über der Erde in der Pariser Sternwarte beobachtet.

Abstrahirt man bei den 33stündigen correspondirenden Freiberger und Berliner Beobachtungen von der sonderbaren Perturbation um 12½ Uhr am 25. März (wo nämlich die Nadel noch 4 Min. mehr nach Westen, als um 2 Uhr Nachmittags abwich, und welche keinesweges ein Fehler der Beobachtung ist), so ergiebt sich aus der ganzen Periode eine merkwürdige Uebereinstimmung. Die Amplitudo arcus war an beiden Orten den 25. März gröfser als am 24., so wie sie an beiden Tagen um eine Minute in Freiberg die in Berlin übertraf. Die Amplitudo arcus war nämlich: am 24. März in Berlin 11′ 44″, in Freiberg 13′ 11″, am 25. März in Berlin 12′ 38″, in Freiberg 13′ 20″.

Die absolute Declination in Berlin beträgt, nach einer genauen im Jahr 1828 vom Hrn. Dr. Erman mit einem Bessel'schen Mittagsrohr unternommenen Bestimmung, 17° 30′ 48″ westlich.

Durch eine Beobachtung mit Professor Encke vom 9. April 1829 wurde die Inclination im Garten von Bellevue bei Berlin, an demselben Punkte, wo sie 1826 beobachtet worden, gleich 68° 30′ 45″ gefunden.

Der grofse Zweck correspondirender Resultate aus Paris, Berlin, Freiberg und Kasan, mit denselben Instrumenten erhalten, ist die Lösung der Frage: Giebt es neben den grofsen Veränderungen der magnetischen Spannung des Erdkörpers, welche offenbar mit der wahren Zeit, mit dem Abstande vom Durchgange der Sonne durch den Meridian zusammenhangen, noch andere Veränderungen, die sich nicht auf grofse Landstrecken fortpflanzen? Die Existenz solcher localen Veränderungen ist schon gegenwärtig erwiesen, nicht etwa durch eine Nacht Freiberger Beobachtungen allein, sondern durch die Vergleichungen, welche Hr. Arago zwischen seinen und den Berliner Beobachtungen, die ich ihm zugeschickt, hat machen können. Er bemerkte z. B., dafs die tägliche Variation in *Berlin* am 29. Januar drei Mal gröfser als am 27. war, während in *Paris* die Variation am 29. weit kleiner als am 27. war. Dagegen ist der von der Nadel in Berlin durchlaufene Bogen am 11. Jan. doppelt so grofs gewesen, als am

10.; in Paris war der Bogen am 11. kleiner. Diese Resultate sind ohne verabredete Correspondenz aufgefunden worden, da man in *Paris*, *Kasan* und *Berlin*, so weit es die Muſse der Beobachter erlaubt, zur Bestimmung des Maximums und Minimums in gleichen Abständen vom Mittage beobachtet. Wenn der Gang der Nadel in unseren Breiten bisweilen Veränderungen in der Atmosphäre oder über derselben andeutet, welche nur nahe am Nordpole, z. B. in der Barrow-Straſse, sichtbar werden; so könnte dieser Gang auch in groſsen Entfernungen vielleicht durch Bewegungen in dem Innern des Erdkörpers gleichzeitig modificirt werden. In dem letzteren Falle müſste sich der Einfluſs der *geographischen Länge* in auſserordentlichen Perturbationen offenbaren.

II. *Beobachtungen der Intensität magnetischer Kräfte und der magnetischen Neigung, angestellt in den Jahren* 1798 *bis* 1803, *von* 48° 50′ *N.B. bis* 12° *S.B. und* 3° 2′ *O.L. bis* 106° 22′ *W.L., in Frankreich, Spanien, den canarischen Inseln, dem atlantischen Ocean, America und der Südsee; von Alexander von Humboldt.*

(Aus einer ungedruckten, vom Verfasser mitgetheilten Handschrift des Verfassers.)

Wir theilen hier in dem Augenblicke, wo Hr. von Humboldt seine Reise nach dem Ural und den Ufern des Irtisches antritt, Alles mit, was wir uns von den Intensitäts- und Inclinations-Beobachtungen dieses Reisenden haben verschaffen können. Von den Beobachtungen aus den Jahren 1798 bis 1803 sind bis jetzt nur einzelne Fragmente gedruckt worden (Hansteen's Erdmagnetismus, Seite 67.), welche Biot, Hansteen und Morlet zu ihren theoretischen Untersuchungen über die Lage des magnetischen Aequators benutzt haben.

»Der eigentliche Zweck dieser, vom Jahre 1798 bis 1803 angestellten, Beobachtungen,« sagt Hr. von Humboldt in seinem Manuscripte, »war die Entdeckung des *Gesetzes der veränderlichen Intensität der magnetischen Kräfte in verschiedenen Abständen vom magnetischen*

Aequator. Zu diesem Gesetze haben die Beobachtungen wirklich geführt. Die von Cavendish und Lord Mulgrave geläugnete Abnahme der Intensität vom Pole zum magnetischen Aequator äufserte sich bereits auf das Deutlichste in der Reise nach dem Orinoco und Rio Negro. Auch der Winkel, unter dem die magnetischen Parallellinien den Erd-Aequator schneiden, war in der Richtung der isodynamischen Linien, durch Vergleichung der Intensität magnetischer Kräfte in Spanien, der Havanah, und Carthagena de Indias zu erkennen. Die in meiner Tabelle enthaltenen Neigungen verdienen nicht ganz dasselbe Vertrauen als die Neigungs-Beobachtungen, welche ich später im J. 1805 mit Hrn. Gay-Lussac oder allein anstellte. Von zwei Neigungsnadeln wurde bald eine unbrauchbar. Die andere, welche ich mit der gröfsten Sorgfalt abgesondert in geöltem Papier aufbewahrte, mufste in dem Zustand ihrer primitiven magnetischen Ladung verbleiben, in welchem ich sie vom Chevalier Borda erhalten hatte. Sie diente zur Bestimmung der magnetischen Kraft und der Neigung zugleich. Die Pole wurden daher nicht umgekehrt, wie bei den Beobachtungen seit 1805 jedesmal geschah. Die Nadel, deren ich mich auf meiner americanischen Reise bediente, war von Borda unter mehreren, von Le Noir dem Vater verfertigten, ausgesucht worden. Eine Umkehrung der Pole in Paris, vor der Abreise, hatte unter diesen Nadeln kleine Differenzen von 7 bis 8 Minuten (im Max. bei einigen 10 bis 12 Minuten) gezeigt, wovon, da die Fehler nicht ganz auf eine Seite fielen, Einiges auf das Ablesen oder die Unvollkommenheit des Instruments geschoben werden konnte. Versuche, welche ich vor der Abreise von Mexico, wo die Nadel blieb, anstellte, gaben beim Umkehren der Pole 6, 8, 10, 15 Minuten Unterschied, doch nicht alle von gleichem Zeichen. Die Nadel hatte übrigens ihre Politur volllkommen behalten, und war ohne alle Rostflecke (meine *Relat. hist. I. p.* 258. 517.). Ich wiederhole also, dafs die Neigungen nicht ganz dasselbe Vertrauen als die Intensitäten verdienen. Es ist Pflicht des Reisenden, Alles offen auszusprechen, was er von dem Werth oder Unwerth seiner Beobachtungen zu wissen glaubt.«

Soviel zur Einleitung. Was über die einzelnen Beobachtungen noch anzuführen nöthig ist, findet sich in Bemerkungen unter ihnen angegeben.

Beobachtungsorte.	Zeit 1798.	Inclination neue Kreistheilung.	Inclination alte Kreistheilung.	Intensität	Breite	Länge von Paris.	Meeres-Höhe. Meter.
A. Frankreich.							
1. Paris	Oct.	77°,62	69° 51',5	245	48° 50' 15" N.	0° 0' 0"	40
2. Marseille	Oct.	72 ,97	65 40,4	240	43 17 49 N.	3 2 0 O.	30
3. Nismes	Dec.	73 ,10	65 47,1	240	43 50 12 N.	1 58 39 O.	
4. Montpellier	Dec.	73 ,75	66 22,5	245	43 36 29 N.	1 32 25 O.	
5. Perpignan	1799 Jan.	73 ,27	65 56,6	248	42 41 53 N.	0 33 33 O.	17
B. Spanien.							
6. Gerona	Jan.	72°,27	65° 2',6	232	41° 52' 0" N.	0 27' 0" O.	256
7. Barcelona	Jan.	72 ,32	65 5,3	245	41 23 8 N.	0 9 35 W.	12
8. Cambrils	Febr.	71 ,27	64 8,6	241	40 55 0 N.	1 35 0 W.	5
9. Valencia	Febr.	71 ,27	64 8,6	235	39 28 35 N.	2 45 5 W.	17
10. Madrid	März	75 ,67	68 6,2	240	40 25 18 N.	6 2 15 W.	
11. Guadarama	May	73 ,95	66 33,3	240	40 39 0 N.	6 29 0 W.	
12. S. Xidrian	May	72 ,87	65 35,0	235?			
13. Medina del Campo .	May	74 ,05	66 38,7	240	41 24 0 N.	7 5 0 W.	
14. Villa el Pando . .	May	74 ,27	66 50,6	240	41 58 0 N.	7 48 0 W.	
15. Villa Franca	May	76 ,62	68 57,5	240	42 36 40 N.	8 22 15 W.	
16. Sobrado	May	76 ,20	68 31,8	248			
17. Ferrol	Jun.	76 ,61	68 56,9	237	43 29 0 N.	10 35 15 W.	

Natur des benachbarten Gesteins.	Bemerkungen.
1. Tertiärkalkstein, Sandstein, Gyps.	Mit Hrn. Borda beobachtet; Declination zu Paris 22° 15′ W.
2. Kalkiger Flötzsandstein.	Im Observat. der Marine beob. mit d. HH. Thulis und Blancpain; Declinat. 20° 55′ 30″ W.
3. Flötzkalkstein.	
4. Flötzkalkstein.	Mit Hrn. Chaptal beobachtet.
6. Granit, Gneuſs.	Im Observat. des Hrn. Mechain bei der Fontaine d'or.
7. Granit.	
8. Flötzkalkstein.	
9. Flötzkalkstein, Sandstein.	
10. Muschelreicher Kalkstein. Gyps. Sandstein.	Im Süden der hohen Kette von Guadarama, die Magneteisenstein enthält. Declinat. 22° 2′ W.
11. Granit.	Mitten in der hohen Urgebirgskette, welche die beiden Kastilien trennt.
13. Jurakalk.	Offne Ebene.
14. Flötzkalkstein.	Nördlich von Toro.
15. Schiefer.	In einem sehr engen Thale, westlich von Ponterrada.
16. Eisenhaltiger Schiefer.	In der Nähe eines sehr hohen Berges.
17. Granit, Glimmerschiefer.	Mit dem Schiffscapitain Hrn. Herera beobachtet.

Beobachtungsorte.	Zeit 1799	Inclination neue Kreistheilung	Inclination alte Kreistheilung	Intensität.	Breite.	Länge von Paris	Meeres-Höhe. Meter.
C. Im atlantischen Ocean und auf den canarischen Inseln.							
18. Am Bord	Juni	75°,76	68° 11',0	242	38° 52' 0" N.	16° 22' 0" W.	3
19. Am Bord	Juni	75 ,35	67 48,9	242	37 26 0 N.	16 32 0 W.	3
20. Am Bord	Juni	73 ,00	65 42,0	234	34 30 0 N.	16 55 0 W.	3
21. Am Bord	Juni	71 ,90	64 42,6	237	31 46 0 N.	17 4 0 W.	3
22. Sta. Cruz auf Teneriffa	Juni	69 ,35	62 24,9	238	28 28 0 N.	18 33 5 W.	3
23. Am Bord	Juni	67 ,60	60 50,4	239	24 53 0 N.	20 58 0 W.	3
24. Am Bord	Juni	64 ,65	58 11,1	237	21 29 0 N.	25 42 0 W.	3
25. Am Bord	Juni	63 ,52	57 10,1	236	19 54 0 N.	28 45 0 W.	3
26. Am Bord	Juli	56 ,30	50 40,2	239	14 15 0 N.	48 3 0 W.	3
27. Am Bord	Juli	50 ,67	45 36,2	234	13 2 0 N.	52 58 0 W.	3
28 Am Bord	Juli	46 ,95	42 15,3	229	10 46 0 N.	60 51 0 W.	3
29. Am Bord	Juli	47 ,05	42 20,7	237	11 1 0 N.	61 51 0 W.	3
D. Provinz Nueva Andalusia.							
30. Cumana	Aug.	43°,65	39° 17',1	229	10° 27' 52" N.	66° 30' 0" W.	15
	Nov.	42 ,75	38 28,5	229			
31. Quetepe	Sept.	42 ,70	38 25,8		10 24 0 N.	66 27 0 W.	358

Natur des benachbarten Gesteins.	Bemerkungen.
	18. Gute Beobachtung. Meer ruhig.
	19. Zwischen dem Cap S. Vincent u. d. Azoren, 80 Lieues v. Cap.
	20. Vollkommne Meeresstille, sehr gute Beobachtung.
	21. Beobacht. etwas zweifelhaft, besonders die der Oscillationen. Oestlich von Madera. Meer unruhig.
22. Basaltische Laven, Eisenschüssiger Thon.	Auf der Rhede des Hafens von Teneriffa.
	23. Südöstlich vom Cap Bojador. Beobachtung sehr gut. Windstille.
	24. Beob. sehr gut. 100 Lieues nördl. von den capverdischen Inseln.
	25. 60 Lieues NNW. von der Insel St. Antonio.
	26. Gute Beobacht., mitten zwischen Afrika und Südamerika.
	27. Inclination gut, Oscillationen etwas zweifelhaft.
	28. Gute Beobachtung.
	29. Gute Beobacht. 4 Lieues nördlich v. d. gebirgig. Küste v. Paria.
30. Sandstein mit kalkigem Bindemittel, voll versteinerter Korallen.	Im Norden der Kette v. Turimiquiri und südl. v. den Urschiefern von Chaparipari. Declin. 4° 13′ 15″ O. Das Erdbeben, welches am 4. Nov. 1799 statt hatte, verringerte die Inclination. Im September fand ich sie noch 42°,80.
31. Kalkstein.	Indianisches Dorf zwischen Cumana und Cumanacoa.

Beobachtungsorte.	Zeit 1799	Inclination neue Kreistheilung.	Inclination alte Kreistheilung.	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meeres-Höhe. Meter.
32. El Impossibile . .	Sept.	42°,51	38° 15',5	233	10° 26' 0" N.	66° 26' 8" W.	514
33. Cumanacoa . . .	Sept.	42 ,60	38 20,4	228	10 16 11 N.	66 18 50 W.	235
34. Cocollar	Sept.	42 ,10	37 53,4	229	10 9 37 N.	66 19 21 W.	830
35. Caripe	Sept.	42 ,75	38 28,5	229	10 10 14 N.	66 13 47 W.	839

E. Provinz Venezuela.

	1800						
36. Caracas	Jan.	42°,90	38° 36',6	232	10° 30' 50" N.	69° 25' 0" W.	828
37. Silla de Caracas .	Jan.	41 ,90	37 42,6	230	10 31 5 N.	69 21 38 W.	2563
38. Venta de Avila . .	Jan.	41 ,75	37 34,5	234	10 33 9 N.	69 27 47 W.	1103
39. La Guayra . . .	Jan.	42 ,20	37 58,8	237	10 36 19 N.	69 27 0 W.	8
40. Hacienda de Cura .	Febr.	41 ,20	37 4,8	230	10 15 40 N.	70 15 12 W.	458

Natur des benachbarten Gesteins.	Bemerkungen.
32. Alpenkalkstein, mit Lagern v. Sandstein u. Schieferthon.	Einer von den Gipfeln der Küsten-Cordillera von Paria.
33. Poröser Flötzkalkstein.	Kleine Stadt in einem Thale der Cordillera.
34. Feinkörnig. Kalksandstein, m. Gängen v. Brauneisenstein.	Am Abhange des 2901 Met. hohen Cucurucho de Turimiquiri, des höchsten Gipfels in Neu-Andalusien.
35. Löchriger Flötzkalkstein.	Im Kloster der Capucins d'Aragon, Hauptort der Mission der Chaymas-Indianer. Enges Thal, v. hohen Bergen umgeben. Declinat. 3° 15′ O.
36. Gneis mit Granaten, worin Lager von Grünstein.	Quartier S. Trinidad. Sehr gute Beobachtung. Inclination auffallend grofs. Enges Thal. Declination 4° 38′ 45″ O.
37. Granit mit Rutil (*Oxyde rouge de titanium*) Glimmerschiefer.	Auf dem östlichen Pic des Gebirges, am Rande eines ungeheuren Abhanges, welcher nach Caravelleda hinabgeht.
38. Gneis, worin Lager v. körnig. Kalkstein mit Schwefelkies.	Der grofse Gasthof auf dem Wege zwischen Caracas und La Guayra, im Gebirge von Avila.
39. Gneis; unter d. Meer vielleicht Schicht. v. Chloritschief.	Im Norden der Küsten-Cordillera oder Cerro de Avila. Declination 4° 20′ 35″ O.
40. Granit.	In den Thälern v. Aragua, beim See Valencia. Declinat. 4° 48′ 50″ O.

Beobachtungsorte.	Zeit 1800.	Inclination neue Kreistheilung.	Inclination alte Kreistheilung.	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meereshöhe. Meter.
41. Hacienda del Tuj .	Febr.	41°,60	37° 26',4	228	10° 16' 44" N.	69° 47' 35" W.	600
42. La Victoria . . .	Febr.	40 ,80	36 43,2	236	10 13 35 N.	69 50 42 W.	542
43. Nueva Valencia . .	Febr.	41 ,75	37 34,5	221	10 9 56 N.	70 33 48 W.	474
44. Calabozo	März.	38 ,70	34 49,8	222	8 56 8 N.	70 10 40 W.	105

F. Provinz Varinas.

45. S. Fernando de Apure	März	36°,70	33° 1',8	222	7° 53' 12" N.	70° 20' 11" W.	54

G. Im spanischen Guayana.

46. Carichana	April	33°,70	30° 19',8	227	6° 31' 5" N.	70° 15' 0" W.
47. Atures	April	32 ,25	29 1,5	223	5 37 34 N.	70 19 21 W.
48. Maypures	April	31 ,10	27 59,4		5 13 32 N.	70 37 33 W.
49. S. Fernando de Atabapo	Mai	29 ,70	26 43,8	219	4 2 48 N.	70 30 46 W.
50. S. Balthasar . . .	Mai	27 ,80	25 1,2		3 14 23 N.	70 14 21 W.
51. Javita	Mai	26 ,40	23 45,6	218	2 48 0 N.	70 22 9 W.
52. S. Carlos del Rio negro	Mai	22 ,60	20 20,4	216	1 53 42 N.	69 58 39 W.
53. Mandavaca	Mai	25 ,25	22 43,5		2 4 7 N.	69 27 26 W.

Natur des benachbarten Gesteins.	Bemerkungen.
41. Glimmerschiefer, worin Lager von Urkalkstein.	Zwischen Caracas und La Victoria.
42. Kalktuff. Granit.	Stadt in den Thälern von Aragua. Inclination auffallend klein.
43. Granit mit grofsen Feldspathkrystallen.	Stadt in den Thälern von Aragua.
44. Grofskörnig. Sandstein; das Bindemittel stark gefärbt von Eisenoxyd.	Isolirte Stadt mitten in einer ungeheuren Ebene. Der nächste Hügel liegt 30 Lieues nördlich. Declination 4° 54′ 10″.
45. Sandstein, Gips.	Mission in den Savannen von Apure.
46. Granit.	Carichana, eine indianische Mission. Von Felsen durchschnittene Savannen. Ortslage etwas zweifelhaft.
47. Granit und Glimmerschiefer, bedeckt von Sandstein.	Der nördl. Cataract des Orinoco. Die Mission liegt in einer kleinen Ebene.
48. Granit; verwitterter Sandstein, reich an Eisenoxyd.	Der südl. Cataract des Orinoco, westlich vom grofsen Pic Calitamini.
49. Gneis.	Am Rio Atabapo, nahe an d. Mündung des Guaviare. Breite etwas unsicher.
50. Granit.	Am Rio Atabapo; wie die folgenden Orte eine Mission, in dicken Wäldern.
51. Granit, Syenit.	Am Rio Temi. Breite etwas zweifelhaft.
52. Granit.	Kleine Festung am Rio Negro; nahe an der brasilianischen Gränze.
53. Syenit.	Mission am Casiquiare. No. 50—53. in grofsen, mit undurchdringlichen Wäldern bedeckten Ebenen liegend.

Beobachtungsorte.	Zeit 1800.	Inclination neue Kreistheilung.	Inclination alte Kreistheilung.	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meereshöhe. Meter.
54. Esmeralda	Mai	28°,25	25° 25',5		3° 11' 0" N.	68° 23' 19" W.	
55. S. Thomas N. G. .	Juli	39 ,00	35 6,0	222	8 8 11 N.	66 15 21 W.	
H. Provinz Nueva Barcelona.							
56. Nueva Barcelona .	Aug.	42°,20	37° 58',8	224	10° 6' 52" N.	67° 4' 48" W.	
	1801	*I.* Insel Cuba.					
57. Havana (El Morro)	Jan.	59°,30	53° 22',2	246	23° 9' 27" N.	84° 43' 8" W.	
K. Königreich Neu Granada.							
58. Carthagena de Indias	April	39°,35	35° 21',9	240	10° 25' 20" N.	77° 50' 0" W.	
59. Mompox	April	37 ,35	33 36,9	231	9 14 11 N.	76 47 45 W.	128
60. Morales	Mai	36 ,15	32 32,1	230	8 15 30 N.	76 21 15 W.	137
61. Bocca de Nares . .	Juni	31 ,25	28 7,5	225	6 9 49 N.	77 1 3 W.	
62. Honda	Juni	29 ,25	26 19,5	223	5 11 45 N.	77 13 45 W.	347
63. St. Fé de Bogota .	Aug.	27 ,15	24 26,1	226	4 35 48 N.	76 34 8 W.	2661
64. Capelle Nôtre Dame de Guadelupe	Aug.	26 ,80	24 7,2	224			3289
65. Ibague	Sept.	26 ,95	24 15,3	226	4 27 23 N.	77 40 5 W.	1369
L. Provinz Popayan.							
66. Carthago	Oct.	28°,17	25° 21',2	219	4° 45' 0" N.	78° 26 39" W.	964
67. Popayan	Nov.	23 ,05	20 41,7	223	2 26 17 N.	79 0 9 W.	1770
68. Vulcan von Purncé	Nov.	21 ,80	19 37,2	220			2643

Natur des benachbarten Gesteins.	Bemerkungen.
54. Gneis.	Am Ufer des Orinoco, am Fuſse des Duida.
55. Hornblendschiefer.	Hauptstadt des span. Guayana, am Orinoco. Im Süden Granitgebirge, im Norden unermeſsliche Savannen.
56. Flötzkalkstein.	Am Rio Nevery.
57. Muschelreicher Kalkstein.	Im Hafen, im Niveau des Meeres. Declin. 6° 22′ 15″ O. (S. *Zusatz*, p. 354.)
58. Muschelreicher Kalkstein.	In der Ebene, am Fuſse des Popa-Gebirges. Declination 7° 2′ O.
59. Sandstein bedeckt v. Thon, südlich v. Trappgebirgsarten.	Die Orte 59—62. liegen am Magdalenen-Flusse, in einer mit dicken Wäldern bedeckten Ebene. Declination 7° 32′ 10″.
60. Muschelreicher Stinkstein, Klingsteinschief. b. Marocojo.	Im Westen eine hohe Bergkette.
61. Alter Sandstein.	Oberhalb des Passes von Carare.
62. Sandst. mit Kieselschiefer.	Am Fuſse der Gebirge von Guaduas. Declination 7° 10′ O.
63. Sandstein mit kleinen Gängen von Brauneisenstein.	Am Fuſse und westlich von dem Paramo de Chingaso oder der östlichen Cordillera der Andes. Declination 7° 35′ O.
64. Quarziger Sandstein gemengt mit Eisenoxyd.	Eine Lieue südöstlich von St. Fé Inclination auffallend klein.
65. Sandstein, Magneteisensand.	Im Westen der südl. Kette der Andes am Fuſse der Montana de Quindia.
67. Porphyre, die Grundmasse Grünstein. Basalt.	Im Westen d. Südkette d. Andes, am Fuſse d. Vulcane v. Puracé u. Sotora.
68. Porphyr.	Fast am Abhange des Vulcans von Puracé, dessen Höhe 4869 Met. beträgt.

Beobachtungsorte.	Zeit 1801.	Inclination. neue Kreistheilung.	Inclination. alte Kreistheilung.	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meereshöhe. Meter.
69. Vulcan von Puracé	Nov.	20°,30	18° 16',2				4443
70. Almaguer	Dec.	20 ,85	18 45,9	218	1° 54' 29" N.	79° 15' 21" W.	2268
		M. Provinz Pasto.					
71. Pasto	Dec.	19°,05	17° 8',7	216	1° 13' 5" N.	79° 41' 40" W.	2615
	1802.	*N.* Königreich Quito.					
72. Villa de Ibarra . .	Jan.	16°,52	14° 52',1	214	0° 21' 0" N.	80° 38' 40" W.	2308
73. Quito.	Febr.	14 ,85	13 21,9	218	0 14 0 S.	81 4 38 W.	2908
74. Chillo	März	15 ,15	13 38,1	220		81 0 53 W.	2614
75. Höhle am Antisana	März	15 ,18	13 39,7	230	0 32 52 S.		4860
76. S. Antonio de Lulumbamba	Juni	16 ,02	14 25,1	220	0 0 0 S.	81 2 0 W.	2287
77. Alausi	Juni	10 ,70	9 37,8	217	2 13 22 S.	81 20 38 W.	2432
78. Riobamba nuevo .	Juni	12 ,40	11 9,6	219	1 41 46 S.	81 4 38 W.	2890
79. Cuenca	Juli	9 ,35	8 24,9	214	2 55 3 S.	81 33 38 W.	2633
80. Loxa	Juli	6 ,00	5 21,0	212	4 0 0 S.	81 43 31 W.	2063
81. Gonzanama . . .	Juli	5 ,07	4 33,8	212	4 13 21 S.	81 54 3 W.	2092
		O. Königreich Peru.					
82. Ayavaca	Aug.	3°,85	3° 27',9	213	4° 37' 56" S.	82° 1' 19" W.	2742
83. Gualtaquillo . . .	Aug.	3 ,05	2 44,7	214	4 52 28 S.	81 51 37 W.	1275
84. Guancabamba . . .	Aug.	4 ,55	4 5,7	213	5 14 15 S.	81 43 13 W.	2003

Natur des benachbarten Gesteins.	Bemerkungen.
69. Porphyre, die Grundmasse Obsidian und Perlstein.	Beinahe 40 Meter über der grofsen Oeffnung, welche Schwefelwasserstoff aushaucht.
75. Porphyr, gegenüber Chassu longo, mit Grundmasse von Pechstein und Obsidian.	
	76. Länge zweifelhaft; unter dem Erdäquator.
77. Glimmerschiefer.	
79. Sandstein.	
80. Granit.	
81. Urschiefer.	
82. Porphyr.	
	83. Diese und die vorhergehenden Beobachtungen sind mehrmals wiederholt worden.
84. Porphyrartiger Syenit.	Das Dorf liegt in einem engen Kessel, umgeben von hohen Bergen.

Beobachtungsorte.	Zeit 1802.	Inclination neue Kreistheilung	Inclination alte Kreistheilung	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meereshöhe. Meter.
P. Provinz Bracamoros.							
85. San Felipe . . .	Aug.	2°,30N.	2° 4',2	209	5° 46' 6" S.	81° 56' 49" W.	1914
86. Las Huertas de Pucara	Aug.	1 ,50N.	1 21,0	212	5 56 0 S.	81 44 5 W.	965
87. Passo de Chamaya .	Aug.	3 ,03N.	2 43,6	212	6 10 0 S.		507
88. Am Ufer d. Amazonenfl.	Aug.	3 ,35N.	3 0,9	212	5 47 47 S.	81 8 19 W.	437
89. Tomependa	Aug.	3 ,55N.	3 11,7	213	5 31 28 S.	80 57 30 W.	403
Q. Königreich Quito.							
90. Montan	Sept.	0°,70N.	0° 37',8	212	6° 33' 9" S.	81° 10' 45" W.	2650
91. Micuipampa	Sept.	0 ,42N.	22,7	211	6 44 25 S.	81 0 30 W.	1858
92. Caxamarca	Sept.	0 ,15S.	8,1	213	7 8 38 S.	80 55 37 W.	2859
93. Truxillo	Sept.	2 ,15S.	1 56,1	221	8 5 40 S.	81 23 37 W.	63
94. Santa	Oct.	4 ,55S.	4 5,7	213	8 59 3 S.	80 57 46 W.	87

Bemerkungen.

85. Die kleinste beobachtete Intensität! (*Voyage au Perou, p.* 477.)
87. In der Gegend von Guajanchi. Breite zweifelhaft.
88. Gegenüber der Mündung des Rio Chamaya in den Amazonenflufs.
89. Am Rio Chinchipe.
90. Auf dem Rücken der Andes. Muschelkalk mit unmagnetischem Brauneisenstein.
93. Die Beobachtungen in der Nähe des magnetischen Aequators von No. 83. bis 93. sind mit sehr grofser Sorgfalt angestellt.

Beobachtungsorte.	Zeit 1802.	Inclination. neue Kreistheilung.	alte Kreistheilung.	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meereshöhe. Meter.
95. Casma	Oct.	6° 1,2S.	5° 30',5	211	9° 38' S.	80° 56' 8" W.	5
96. Guarmey	Oct.	6 8,0S.	6 7,2	211	10 4 S.	80 42 W.	6
97. Huaura	Oct.	9 ,00S.	8 6,0	212	11 3 S.	79 57 W.	
98. El Ramadal . . .	Oct.	10 ,35S.	9 18,9	212	11 32 30" S.	79 43 3 W.	
99. Lima	Oct.	11 ,10S.	9 59,4	219	12 2 34 S.	79 27 45 W.	174
	1803	*R.*	Im Südmeer.				
100. Am Bord . . .	Jan.	9°,20N.	8° 16',8	217	5° 12' 5" S.		
101. Am Bord . . .	Jan.	11 ,00N.	9 54,0	218	3 2 0 S.	82° 27' W.	
102. Guajaquil . . .	Febr.	11 ,95N.	10 45,3	217	2 13 0 S.	82 18 10" W.	
103. Am Bord . . .	Febr.	17 ,05N.	15 20,7		0 17 N.		
104. Am Bord . . .	Febr.	19 ,10N.	17 11,4		1 4 N.	86 18 W.	

Bemerkungen.

98. In freier Luft beobachtet.

99. Der Pater Feuillé behauptet, die Inclination 3° 25' S. und die Declination 9° 48' O. gefunden zu haben. Die Inclination ist hier durch Erdbeben verändert worden; nach denen vom 1., 3. und 5. November 1802 war die Inclination 9° 12', und die Intensität 213.

100. Zwei Seemeilen südlich von Lisu de Muerto, in seinem Meridian. Meeresstille. Die Zeit erlaubte es nicht, beim Durchgange durch den magnetischen Aequator Versuche anzustellen.

101. Bei Sondendero de la puna. Meeresstille.

Beobachtungsorte.	Zeit 1803.	Inclination neue Kreistheilung.	Inclination alte Kreistheilung.	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meereshöhe. Meter.
103. Am Bord	Febr.	22°,20N.	19° 58',8		2° 18' N.	86° 27' W.	
106. Am Bord	März	23 ,05N.	20 44,7		2 30 N.	86 31 W.	
107. Am Bord	März	21 ,60N.	19 26,4		2 27 N.	88 11 W.	
108. Am Bord	März	22 ,80N.	20 31,2		3 12 N.	89 36 W.	
109. Am Bord	März	23 ,40N.	21 3,6		3 55 N.	91 6 W.	
110. Am Bord	März	23 ,70N.	21 19,8		4 55 N.	92 11 W.	
111. Am Bord	März	27 ,50N.	24 45,0		6 28 N.	94 54 W.	
112. Am Bord	März	30 ,30N.	27 16,2		8 55 N.	99 47 W.	
113. Am Bord	März	34 ,50N.	31 3,0		10 27 N.	102 11 W.	
114. Am Bord	März	36 ,50N.	32 51,0		11 6 N.	103 42 W.	
115. Am Bord	März	38 ,50N.	34 39,0		12 23 N.	105 38 W.	
116. Am Bord	März	37 ,30N.	33 34,2		13 16 N.	106 17 W.	
117. Am Bord	März	39 ,50N.	35 33,0		13 51 N.	106 22 W.	
118. Am Bord	März	42 ,50N.	38 5,0		15 26 N.	105 51 W.	

Bemerkungen.

Auf dieser Reise, von No. 103. bis No. 113., war das Meer gewöhnlich etwas unruhig. Gut, bis auf ½ Grad genau, waren die Beobachtungen No. 105., No. 106., bis 110., No. 114., No. 116., No. 117., No. 118.; mittelmäfsig, die Genauigkeit innerhalb 2 Grade einschliefsend, No. 103., No. 104., No. 111., No. 113.; auf 2 Grad ungenau No. 112. und No. 115. Am Tage der letzten Beobachtung bemerkte der Steuermann eine Störung am Schiffscompafs.

Beobachtungsorte.	Zeit 1803.	Inclination neue Kreistheilung.	Inclination alte Kreistheilung.	Intensität.	Breite.	Länge von Paris.	Meereshöhe. Meter.
S. Königreich Mexico.							
119. Acapulco	März	43°,20N.	38° 52',8		16° 50' 29" N.	102° 6' W.	0
120. Tepecuacuilco . .	März	46 ,10N.	41 29,4		18 20 N.	101 51' 33" W.	1011
121. Mexico	Dec.	46 ,85N.	42 9,9		19 25 45 N.	101 25 30 W.	2274
122. Queretaro . . .	Aug.	47 ,85N.	43 3,9		20 36 39 N.	102 30 30 W.	1939
123. Guanaxuato . . .	Aug.	48 ,75N.	44 52,5		21 0 15 N.	103 15 0 W.	2084
124. Valladolid . . .	Aug.	47 ,40N.	42 39,6		19 42 0 N.	103 12 15 W.	1949

Bemerkungen.

119. Sehr genau. Auf Granit.
120. Sehr gut.
121. Mehrmals wiederholt. Declination 8° 8' 0" O.
122. Mehrmals wiederholt.
123. Gute Beobachtung. Declination 8° 48' 12" O.
124. Gute Beobachtung.

Zusatz. In Betreff der Beobachtungen zu *Havana* (S. 346. N. 57.) haben wir noch folgende Bemerkungen des Hrn. v. Humboldt aus seinem *Essai politique sur l'île de Cuba, T. I. p.* 38., nachzutragen. »Im October 1798 hatte meine Neigungsnadel zu *Paris*, im magnetischen Meridiane schwingend, 245 Oscillationen innerhalb zehn Minuten gemacht, und ich hatte diese Oscillationszahl, in dem Maafse, als ich mich dem magnetischen Aequator näherte, abnehmen sehen. Zu *San Carlos del Rio Negro*, unter 1° 53′ 42 NB., z. B. betrug die Anzahl nur 216. Um so gröfser war mein Erstaunen, als oftmals wiederholte Beobachtungen mir für *Havana* 246 Oscillationen gaben, was beweist, dafs in der westlichen Hemisphäre unter 23° 8′ NB. die Intensität der magnetischen Kräfte gröfser war, wie zu Paris unter 48° 50′. Schon an einem andern Orte habe ich gezeigt, dafs die isodynamischen Linien durchaus nicht mit den Linien gleicher Inclination zusammenfallen, auch hat der Capitain Sabine*) die rasche Zunahme der magnetischen Kräfte im mittäglichen Amerika durch Beobachtungen, die unzweifelhaft genauer als die meinigen sind, bestätigt. Dieser geschickte Physiker findet, dafs die Intensitäten zu *Ha-*

*) Sabine, *Account of Exper. to determine the figure of the earth by Pendulum Experiments*, 1825, *p.* 483. 494. Die Intensität der magnetischen Kräfte ist, unter dem magnetischen Aequator, an der Westküste von Afrika kleiner als an der Ostküste von Südamerika. Ich fand für die Abnahme der Kräfte, vom magnetischen Aequator, welcher zwischen *Micuipampa* und *Caxamarca* hindurchgeht (nahe unter 7° 1′ SB., 80° 40′ LW. und 1500 Tois. Höhe) bis nach *Paris* das Verhältnifs 1,0000 : 1,3482. Hr. Sabine fand die Abnahme, von einem Punkte des magnetischen Aequators bei der Insel St. Thomas (0° 5″ NB. 4° 24′ L. O. 3 Tois. Höhe) bis zu London, in dem Verhältnisse 1,00 : 1,62. Schon die HH. Biot und Hansteen haben, bei Vergleichung meiner Oscillationsbeobachtungen mit denen von Hrn. de Rossel, bemerkt, dafs in dem Meridiane von *Surabaya*, auf der Insel *Java*, die Intensität kleiner ist als in Peru (*Untersuchungen über den Magnetismus der Erde, Th. I. S.* 70.).

vana und *London* sich wie 1,72:1,62 verhalten, wenn man die Kraft unter dem magnetischen Aequator nahe bei der Insel St. Thomas, im Golf von Guinea, zur Einheit annimmt. Der nördliche Magnetpol hat eine solche Lage (60° B., 82° 20 L. W.), dafs die Polardistanz von Havana kleiner ist als die Polardistanzen von London und Paris.

Die Inclination zu Havana, welche ich im Jahre 1800 zu 53° 22′ gefunden hatte, betrug nach den sehr genauen Beobachtungen des Capitain Sabine, 22 Jahre später, nur 51° 55′. Sie hatte sich also um 1° 27′ verringert. Weiter gegen Osten, doch ebenfalls in der nördlichen Halbkugel, zu Paris, betrug die Abnahme in den 19 Jahren, von 1798 bis 1817, nur 1° 11′.

III. *Ueber die sub-tropische Zone; von Leopold von Buch.*

Die *tropische Zone* der Erde ist, in physikalischer Rücksicht, fest und genau durch die *tropischen* Regen bestimmt. Diese Regen folgen dem Laufe der Sonne, und treten jederzeit dort ein, wo die Sonne eben durch das Zenith gegangen ist. Während der Zeit ihrer gröfsten Abweichung regnet es nicht.

In *temperirten* Climaten dagegen bleibt, bei dem höchsten Stande der Sonne, das Wetter fortwährend heiter und klar; es regnet daselbst aber, wenn sie sich wieder bedeutend entfernt hat. Diese letzteren Regen erscheinen mit Lüften, welche vom Aequator, oder aus niederen Breiten, den Polen zuströmen, wahrscheinlich vermöge der Erkältung des oberen Aequatorialpassats, der in höheren Breiten von oben herab die Erde berührt und nun auf bedeutender Länge über sie hinweht. Ich habe diese Vermuthungen durch Thatsachen zu begründen ge-

sucht *). Der Uebergang beider Zonen geschieht durch eine mittlere, welche durch physikalische Erscheinungen von den beiden vorigen scharf gesondert und begränzt werden kann. Ich glaube ihr gebühre der Name der *subtropischen* Zone.

Humboldt, nachdem er Herrn Boussingault's Beobachtungen in *St. Fé de Bogota* bekannt gemacht hat, bemerkt schon **), daſs die auffallende Erscheinung der progressiv ab- und zunehmenden mittleren Barometerhöhe in verschiedenen Monaten, die Hr. Boussingault von gröſserer oder geringerer Entfernung der Sonne herzuleiten geneigt war, sich nicht allein in gröſserem Maaſsstabe zu *Rio Janeiro* wieder finde, sondern auch, nur in entgegengesetzten Monaten, zu *Havana* und *Macao*. Es ist in der That ein allgemeines Phänomen, welches von allgemeinen Ursachen herrührt, von denen, welche die Passatwinde hervorbringen. Die beifolgende Tafel wird die Erscheinungen deutlich hervortreten lassen.

Es ergiebt sich aus diesen Beobachtungen deutlich ein Gesetz, nach welchem die mittleren Barometerhöhen der einzelnen Monate regelmäſsig vom Winter gegen den Sommer abnehmen, und dieſs um so mehr, je weiter sie sich vom Aequator entfernen. Unregelmäſsigkeiten, welche jetzt noch in diesen Angaben erscheinen, würden wahrscheinlich durch Mittel mehrerer Jahre verschwinden. Wenn man überlegt, daſs dieses Gesetz sich in *Louisiana* offenbart, in *Cairo*, in *Benares*, in *Macao*; so kann man nicht wohl zweifeln, es werde auch auf *Owaihi* beobachtet werden können, und somit auf der Erdfläche allgemein seyn. *Rio Janeiro* und die *Capstadt* sind schon in der Länge, selbst auch in meteorologischer Lage, so weit von einander entfernt, daſs man eine gleiche Bestimmtheit für die südliche Halbkugel erwarten darf.

*) In den Bemerkungen über das Clima der canarischen Inseln. Schriften der Berliner Academie 1820.

**) *Relation historique, T. X. p.* 448. 451.

aten,

unkt reducirt.)

Ort u. Be	Septbr.	Octbr.	Nov.	Decbr.	Differenz d. höchsten u. niedrigsten mittleren Standes.	Mittlere Barometerhöhe aus allen Beobachtungen.
1. Cap	338,693	338,69	337,534	337,515	2,672	
2. Rio	338,445	336,69	335,81	335,36	3,91	
3. St. 1 Ja						
	248,662	248,561	248,445	248,303	0,503	
4. Hav	335,780	336,101	337,46	338,51	3,581	337,009
5. Nat 5 Ja						
	334,60	335,08	336,68	338,16	4,07	335,96
6. Ser						
	308,517	309,314	309,554	309,69	2,901	
7. Ban						
	303,43	303,585	304,078	304,327	2,576	304,46
8. Mad					3,92	
9. Calc	333,29	334,80	336,18	337,30	7,55	334,5
10. Ben	330,69	332,63	333,83	334,94	6,63	330,02
11. Khat						
	280,73	282,97	283,97	284,61	3,88	
12. Mac	337,889	338,399	339,642	310,74	5,03	338,908
13. Cair	335,44	366,77	337,24	337,71	3,775	336,45
14. Para	337,76	335,55	338,54	337,45	3,95	336,54
15. Paler	335,07	334,87	334,69	334,15	1,22	334,52
16. Isla	336,09	336,23	336,00	331,69	5,31	335,44
17. Mafr						
		327,58	328,04	326,48	3,42	
18. Paris	335,4	334,43	335,02	334,73	2,07	
19. Berli	335,1	335,96	335,27	335,37	2,66	

l er selbst, als die Academie der Wissenschaften
iedenen Punkten der Colonie gemachten, meteo-
. 1821 sind sie von Hrn. Wahlstrandt, vom

p. 397. Humboldt, *Voyage*, *T. X. p.* 428.
203.
17.

ıögen, so sehr man Barometer-Beobachtungen an
ır, wie schnell die Bewegungen und Veränderun-
ıes Feld zur Untersuchung und Erforschung!
'. 1829.
2.
ht die Abnahme der Bewegung nicht im Verhält-
ie meteorologischen Veränderungen das *Himalaya*-
ıeteorologisches System anfange. *Vielleicht* liegt
tiefer herabgeht, als auf der nördlichen Seite. Es
ı könnte. Der Boden ist weniger bedeckt, erwärmt

ıboldt mitgetheilt. Humboldt, *Relat. historiq.*

p. 322.
, *p.* 83.

Lisboa, *T. I. p.* 450.

Allein diese Erscheinung hat ihre sehr bestimmten Gränzen. Nicht allmälig, sondern in scharfem Uebergange, ist sie verschwunden, und in den scheinbaren Unregelmäfsigkeiten der, weiter gegen die Pole hin, eintretenden mittleren Barometerhöhen offenbart sich die *temperirte* Zone. Schon in *Palermo*, *Cadix*, *Mafra* finden sich die tiefsten mittleren Höhen nicht mehr im Sommer, noch weniger an Orten von noch gröfserer geographischer Breite. Da es erwiesen zu seyn scheint, dafs die verschiedenen Barometerhöhen und ihre Unregelmäfsigkeiten von der Natur der herrschenden Winde abhängen; so wird der regelmäfsige Gang der abnehmenden mittleren Barometerhöhen wahrscheinlich auch von der Veränderung der Winde herrühren, und diefs wird durch die Erscheinungen in Indien bestätigt. Denn hier sind es unmittelbar die regenbringenden Süd-West-Moussons, welche die Barometerhöhen vermindern, und diefs ganz im Verhältnifs, als sie, von oben herab, die Oberfläche berühren. Die Nordost-Winde erheben dann das Barometer mit derselben Gleichförmigkeit wieder. Auch findet es sich in der That, dafs, wo das Gesetz der Barometerhöhen nicht mehr hervortritt, auch im *Sommer* der Passat, oder der regelmäfsige Nordost- oder Nordwind, bisweilen von Süd- und Südwestwinden verdrängt werden kann. Diese sind aber die oberen Aequatorialströme, welche in höheren Breiten von oben herabkommen. Da sie in den Tropen-Zonen überall aufsteigen und den Polen zufliefsen, so werden sie, je weiter sie kommen, von gröfseren Kreisen der Erdfläche in Kreise von kleinerem Durchmesser, und somit fortwährend in engere Räume gezwängt. Sie werden daher an Höhe zunehmen, eben so an Geschwindigkeit; endlich werden sie die Nordostwinde nöthigen auszuweichen, und statt senkrecht über einander, nun neben einander fliefsen. Gestalt der Länder und Meere, verschiedene Erwärmung des Bodens, verschiedene Geschwindigkeit der Winde, und nicht selten

ihre sich durchkreuzende Richtung, verändern dann diese Polar- und Aequatorialströmungen in sehr kurzen Zeitabschnitten, und das Barometer bleibt in fortwährendem Schwanken. Die Gesetze dieser Schwankungen würden dann keine allgemeinen mehr seyn, sondern jedem einzelnen Theile der Erdfläche, in dem sie sich vorfinden, besonders angehören.

Die Gränzen der *subtropischen Zone* würden hienach, gegen den Aequator hin, durch die Gränzen der tropischen Regen bestimmt, welche zugleich die äufsersten sind, bis zu welchen der obere, dem Pol zufliefsende, Aequatorialstrom im *Winter* die Oberfläche der Erde berührt. Die, dem Aequator abgewandten, Gränzen der Zone würde das Verschwinden des Gesetzes der regelmäfsigen Ab- und Zunahme der mittleren Barometerhöhen angeben. Es wären zugleich auch diejenigen, bis zu welchen auch im *Sommer* die oberen Aequatorialströme zuweilen noch herabkommen können, im Winter aber mit dem Nordost-Winde sich den Platz bis zur Oberfläche bestreiten, und mit ihnen gröfstentheils neben einander, in entgegengesetzter Richtung hinfliefsen.

Diese Gränzen würden in der nördlichen Halbkugel sich folgendermafsen bestimmen. Die südliche Gränze würde etwas nördlich von den Capverdischen Inseln, ungefähr auf den 20 Grad der Breite fallen; im Innern von Afrika noch etwas südlicher. Denn Denham bemerkt ausdrücklich, dafs tropische Regen erst in der Wüste *Tintama*, im 16. Grad der Breite, anfangen. Auch in *Nubien* kennt man sie, Hrn. Ehrenberg's Erfahrungen zufolge, erst vom 19. Grade der Breite an. Die nördliche Gränze würde über *Cairo* zu setzen seyn, doch nicht ganz bis *Algier*, daher in den 32. Grad der Breite.

In der südlichen Halbkugel geht diese Gränze noch weiter gegen den Pol, wie es die Beobachtungen am Cap, in 33°, hinreichend beweisen. Doch mag sie nicht viel weiter gehen; denn die wenigen Beobachtungen, welche

von *Buenos Ayres* bekannt gemacht worden sind, scheinen diesen Ort schon einen Platz aufserhalb der Gränzen der Einwirkung des Gesetzes der mittleren Barometerhöhe anzuweisen. Dafs *St Fé de Bogota*, ungeachtet auf der nördlichen Halbkugel, doch, in den mittleren Barometerhöhen, der Curve südlicher Orte folgt, ist eine schöne Bestätigung des Eingreifens der südlichen klimatischen Verhältnisse über den Aequator weg. Die Gränze des südlichen Passats geht im Sommer bis 7 oder 8 Grade über den Aequator hinaus; und am Auslauf des Amazonenstromes und im französischen Guiana sind die tropischen Regen denen auf der Südseite des Aequators, nicht denen in der nördlichen Zone gemäfs, ungeachtet ihrer nördlichen Breite.

Die *subtropische* Zone wird im nördlichen Theile der alten Welt vortrefflich durch den *Dattelbaum* (*Phoenix dactylifera*) charakterisirt. Fände sich der Baum auch jenseits des atlantischen Meeres, so könnte die ganze Zone mit vollem Rechte die *Dattelzone* genannt werden. Denn jenseits ihrer nördlichen Gränze reift die Dattel ihre Früchte nicht mehr; und auch jenseits ihrer südlichen Gränze erlauben die tropischen Regen nicht, dafs eine Dattel zur Reife komme. Daher fehlt diese Palme in Indien, daher sieht man sie nicht in Mosambik oder Melide. Sie erscheint zuerst wieder in Mekran, im 27. Grad der Breite, wo der Südwest-Mousson zeitig aufhört, und, ehe der Nordostwind die Herrschaft gewonnen, am Ende des August's und im Anfang des September, eine Zeit von sehr anhaltender Wärme eintritt, welche man die *Dattel-Reife*, *Khoormu Puz*, nennt, ohne welche auch die Frucht ihre Vollkommenheit nicht erreichen würde. Im Innern von Afrika versorgen sich die Caravanen, wenn sie dem Süden zureisen, zu Bilma, im 18. Breitengrad, auf viele Wochen lang mit Datteln. Der Boden hindert nicht die weitere Verbreitung der Dattel, allein bald zeigen sich jetzt die

tropischen Regen. In *Darfur* fand Brown die Dattel kaum, und nur mit schlechter Frucht. In *Guinea*, am *Senegal*, in *Congo*, ist sie nie gesehen worden. Eben so sehr als die Dattel dieser Zone eigenthümlich, eben so sehr ist ihr der *Cocos* fremd. Es ist in der That merkwürdig, wie der Cocos nie mehr gedeihet, wo tropische Regen aufhören. Selbst in *Mekran* sind sie nicht mehr, und weder an den Küsten des arabischen, noch des persischen Meerbusens. Eine andere ausgezeichnete Production dieser Zone ist der Johannisbrodbaum, *Ceratonia Siliqua*. Er greift zwar in seiner Verbreitung über die nördlichen und südlichen Gränzen, allein nur wenig, und doch nur als Ausläufer aus der Zone selbst. Auch ihn verhindert der tropische Regen seine Früchte zu reifen. Daher sucht man ihn in Indien vergebens. Und wahrscheinlich werden sich noch manche andere Bäume auffinden und bestimmen lassen, welche zum Gedeihen und Reifen der Früchte, der Intensität und des gleichförmigen Anwachsens der subtropischen Hitze bedürfen, und dadurch für die Bestimmung dieser Zone selbst auszeichnend werden.

IV. *Verzeichniſs von Erdbeben, vulcanischen Ausbrüchen, und merkwürdigen meteorischen Erscheinungen seit dem Jahre* 1821; *von K. von Hoff.*

(Vierte Abtheilung; die dritte findet sich in dies. Annal. Bd. 88. S. 555.; die zweite: Bd. 85, S. 589.; und die erste: Bd. 83. S. 15? und 289.)

1825.

Januar 3. *Copenhagen.* Südlich von der Stadt erhebt sich das Meer zu einer ungewöhnlichen Höhe, und droht aus den Canälen zu treten; fällt aber schnell wieder. — *Journ. de Francfort*, 1825, *No.* 17. und *No.* 126.

Januar 5. *Cosenza*, *Rossano* und zu *Corigliano* in *Calabria Ultra*, ein leichter Erdstoſs. Die beiden zuletztgenannten Orte empfanden ihn am stärksten. — *Journ. de Francf.* 1825, *No.* 41.

Januar 5. 9 U. Ab. *Preuschdorf*, *Canton Worth*, *Arrondissem. Wissembourg*, *Elsaſs.* Ein leichter Erdstoſs. — *Ann. de chim. et de phys.* 30, p. 412.

Januar 19. zwischen 11 U. M. und Mittag. *St. Maura*, *Jonische Insel.* Erdbeben, welches fast die ganze Stadt *St. Maura* zerstört. Demselben folgte ein heftiger, etliche Tage anhaltender Regen. Auch zu *Prevesa* wurde der Stoſs 11 Uhr 45′ M. stark empfunden, einige Häuser wurden umgestürzt, und die Erde bekam Risse. In der darauf folgenden Nacht, am 20. 2 und 4 U. M. erfolgten wieder Stöſse, die noch zwei kleine Häuser umstürzten. — *Ann. de chim. et de phys.* 30, *p.* 412. — *Preuſs. Staatszeit.* 1825, *No.* 63. und 82.

Januar 20. *Island.* Erdstöſse im Südviertel. In demselben Monate sollen auch im Nordviertel Erdstöſse

1825.

empfunden worden, und von Orcanen und Ueberschwemmungen begleitet gewesen seyn. Nähere Angaben von Zeit und Ort werden vermifst. — *Journal de Francf.* 1825, *No* 126. — *Ann. de chim. et de phys.* 30, *p.* 412.

Januar 21. 11¾ U. Ab. *Marseille.* Zwei leichte Erdstöfse, mit Zwischenraum von 5 bis 6 Secunden — und

Januar 22. 1 U. (M.?). Ebendaselbst und zu *Aix* (Provence) noch ein leichtes Beben. — *Ann. de chim. et de phys.* 30, *p.* 412. — Leonhard's Zeitschrift, 1826, Bd. 2. S. 283.

Januar 28. Mitternacht (vermuthl. zu 28. und 29.) in der Grube *Zyrianof*, im Grubenbezirk *Koliwanoskressensky*, zwischen dem *Irtisch* und der *Buktarma*, am Fufse der Gebirgskette *Kholzoun*, die sich in Südosten des Altai hinzieht, fühlte man eine, von starkem unterirdischen Getöse begleitete Erderschütterung in der Richtung von Ost nach West. Auch über der Erde wurde in Gebäuden diese Erschütterung empfunden — Férussac, *Bull. des sc. nat. T.* 8. *p.* 329., citirt *Asiatsky Vestnik* (*Asiat. Courier*) 1825, März, S. 285.

Februar 3—5. Sturmfluthen an den Küsten des deutschen Meeres. — (S. den Anhang.)

Februar 18. 8¼ U. Ab. zu *Siena*, *Toscana.* Hörte man, bei bewölktem Himmel und starkem Regen, in der Stadt und umliegenden Gegend ein lautes Getöse, das von Westen her zu kommen schien, worauf eine oscillirende Erderschütterung von vier Secunden Dauer folgte. Sie war nur so stark, dafs in einigen oberen Stockwerken die Glocken anklangen. — Drei Minuten später fühlte man eine noch leichtere Erschütterung, und am

Februar 19., 1 U. M., eine dritte sehr schwache. Das Barometer stand sehr hoch, und den 17. (19 ?) 10 U.

1825.

Abends heiterte sich der Himmel auf. — Férussac, *Bull. des sc. nat. T.* 5. *p.* 407., citirt *Antologia di Firenze*, 1825, *Febr. p.* 136.

Februar 21. 0½ U. Morg. Gegend von *St. Veit*, unweit *Klagenfurt*, ein leichter; 4 U. M. ein heftiger, etliche Secunden dauernder, Gebäude beschädigender; 7 Uhr Morg. noch ein leichter Erdstofs, mit unterirdischem donnerähnlichen Getöse. Richtung von SW. nach NO. Am stärksten wurde die Erschütterung empfunden durch das *Glanthal* nach *Wieting* und *Eberstein* zu. — *Oestreich. Beob.* 1825, *No.* 61. aus der *Klagenfurter Zeitung*. — *Preufs. Staatszeit.* 1825, *No.* 57. S. 227.

Februar (ohne Angabe des Tages). Vom Bord des Schiffes *Recovery*, von *Madeira* nach *Honduras* gehend, wird geschrieben: Bei der Insel *Raatan* (*Honduras-Bay*), zwischen 7 und 8 U. Ab., bei sehr finsterem Wetter, wurden wir Alle durch ein dumpfes Geräusch erschreckt, was uns glauben liefs, das Schiff sey über eine Felsenbank hingestrichen. Als wir zu *Beliza* (auf *Yucatan*) landeten, erhielten wir die Ueberzeugung, dafs jenes Geräusch durch ein Erdbeben verursacht worden war, welches dort in demselben Augenblick, wie von uns, empfunden worden war. — Férussac, *Bulletin des sc. mathem. T.* 5. *p.* 275., citirt *Edinburgh Journ. of science*, 1826, *Jan. p.* 70.

März 2. 10 U. 42' M. *Algier*, heftiger Erdstofs, welcher dieser Stadt grofsen Schaden zufügt, und die ungefähr 8 geograph. Meilen davon gegen SW. gelegene Stadt *Blida* fast ganz zerstört. In dieser sollen 7000 Leichname aus dem Schutt hervorgezogen worden seyn. Es wird auch berichtet, dafs unweit *Blida* zwei Hügel zusammengestürzt sind, und ein zwischen ihnen gelegenes Dorf begraben haben. Das Erdbeben dauerte 55 Secunden in wellenförmiger Bewegung. Auf die erste Erschütterung folgten während der nächsten vier

1825.

Tage noch eilf andere minder heftige. Einige Stunden vor dem ersten Stoße sollen alle Brunnen und Quellen in der Gegend ausgetrocknet gefunden worden seyn. — *Moniteur*, 1825, *No.* 118. *p.* 644. — *Allg. Zeitg.*, 1825, *No.* 107. — *Annales de chim. et de phys. T.* 30. *p.* 412. — Auch die Orte *Colea* und *Mascara* sollen von diesem Erdbeben verwüstet worden seyn. — *Monthly Magaz. Vol.* 60. *No.* 417. *p.* 463. — Einige Blätter gaben irrig den 2. Julius als Tag dieser Begebenheit an. — *Revue encyclop.*, *Jul.* 1825, *p.* 258. — Die von diesem Erdbeben betroffenen, hier genannten Orte liegen sämmtlich in einem Striche, dessen Richtung ungefähr von NO. nach SW., oder von Algier gegen die Canarischen Inseln hingeht. Abermals ein Beweis der Fortpflanzung der Erderschütterungen, die nicht bloſs auf einem einzelnen Punkte bemerkt werden, in linearen Richtungen.

März 14. gegen 4 U. Ab. *Rivoli* (Lombard. Venet. R.) und ziemlich genau um dieselbe Zeit zu *Turin* ein leichter Erdstoſs. — *Journ. de Savoie*, 1825, *April*, *p.* 254.

April 6. *Saldenhofen*, *Steyermark.* Erderschütterung mit donnerähnlichem Getöse. — *Wiener Zeitung*, 1825, v. 25. April.

April 10. *Sala* in *Principato ulteriore*, *Neapel.* Leichte Erderschütterung in der Richtung von W. nach O. — Kastner's *Archiv*, *Bd.* 14, *S.* 318.

April 11. 8¼ Uhr M. Zu *Lagonegro* in *Basilicata*, *Neapel*, eine heftigere Erschütterung, wellenförmig 4 Secunden dauernd und mit einem verticalen Stoſse endigend. Sie wurde noch an mehreren anderen Orten, namentlich zu *Papasidero* empfunden. — S. ebendaselbst.

April 11. 4. U. Ab. *Caracas*, *Columbia*, *Südamerica* und umliegende Gegend, eine heftige Erderschütterung. *Annal. de chim. et de phys. T.* 30. *p.* 412.

1825.

April — ohne Angabe des Tages. — *Sumbava*, Insel bei *Java*. Ausbruch des Vulcans von *Tombore* nach eilftägigem Erdbeben, das man zugleich auf *Java*, *Borneo* und *Celebes* empfand. Ein Theil der Insel Sumbava wurde durch diesen Ausbruch mit Bimsteinen bedeckt, die auch mehrere Häfen verschütteten. Es sollen gegen 12000 Menschen dabei umgekommen seyn. — Froriep's *Notizen*, *Bd.* 20. *No.* 8. (*No.* 426.) *S.* 114. nach van Boon-Mesch.

Mai 1. 11 U. M. und 2 U. Ab. *Modica*, unweit *Syracusa*, *Sicilien*, leichte Erderschütterungen; die erste, stärkste dauert 2 bis 3 Secunden. — Schönberg in Kastner's *Archiv*, *Bd.* 14. *S.* 321.

Mai 24. 3½ U. und 9 U. M. *Catanzaro*, *Calabria Ultra*, zwei Erdstöfse, jeder von 3 Secunden. — S. ebendaselbst.

Mai 28. 3 Uhr Ab. *Ebendaselbst* eine leichte Erderschütterung. — S. am angeführten Orte.

Mai. — Zu Ende des Monats. — *Mexico*, ein Erdstofs von unterirdischem rollenden Getöse begleitet, aber von den Einwohnern wenig beachtet. (Als eine gewöhnliche unbedeutende Erscheinung.) — Deppe im *Journal Hertha*, *Bd.* 5., 1826. *Geogr. Zeitg. S.* 72.

Julius 21. *Paulowsk*, im Gouvernement *Woronesch*, *Rufsland*. Erdbeben, von unterirdischem Getöse begleitet, das entferntem Kanonendonner glich. Der *Don* war dabei in heftiger Bewegung, gleich als wenn ein Sturm ihn aufwühlte. In den jenseits des Stroms (auf dem rechten Ufer) gelegenen Häusern wurden alle Möbeln erschüttert. — *Allgem. Zeitung*, 1825, *No.* 252. S. 1008.

Julius 25. Zu *Rossano* in *Calabria Citra*, und

Julius 27. Zu *Orsomarso*, in derselben Provinz, leichte unschädliche Erdbeben, nach vorhergegangenen heftigen Regengüssen. In *Orsomarso* vertrockneten dar-

1825.

auf alle Gewässer, bis auf die Entfernung von einer halben (ital.?) Meile von dem Orte. — *Preufs. Staatszeitung*, 1825, *No.* 218. *S.* 871.

Julius 26. bis 27. Orcan auf den *Antillen*. *Guadeloupe*, *St. Thomas*, *Ste. Croix* und *Portorico* litten davon vorzüglich. So gewöhnlich die wüthendsten Orcane auf den Antillen sind, so soll doch dieser in Ansehung der Heftigkeit kein Beispiel in der Geschichte haben; indem durch denselben nicht blofs Producte der Vegetation und Werke der Menschenhand, sondern sogar Berge zerstört, oder doch beschädigt worden seyn sollen. — *Moniteur*, 1825, *No.* 277. *p.* 1369. und 1826, *No.* 1. *p.* 1.

Julius 29. Bei *Barbis*, einem Dorfe im Amte *Scharzfeld*, *Hannover*, ereignete sich ein Erdfall. Die Oeffnung desselben hatte an hundert Fufs im Durchmesser, und die Tiefe war unabsehbar. Es ist behauptet worden, dafs man beim Hineinwerfen eines Steines ein Getöse wie vom Auffallen desselben auf eine Wasserfläche gehört habe, und zwar erst Eine Minute und einige Secunden nach dem Einwerfen des Steins. Da, wenn man den Schall auch nur 1 Minute nach dem Einwerfen gehört hätte, die vom Steine berührte Wasserfläche 22367 Fufs unter der Erdoberfläche, also nicht viel weniger als 1 geogr. Meile tief gelegen haben würde, so ist diese Nachricht nicht sehr glaubhaft. — Leonhard's *Zeitschrift für Mineralogie*, 1826, *Bd.* 2. *S.* 265.

August 17. Zwischen 10 und 11 U. M. *Nieder-Beerbach*, im *Hessen-Darmstädtischen*. Mehrere Erdstöfse, durch Klirren der Fenster und Bewegungen an Thüren und Oefen bemerkbar geworden. — *Gothaische Zeitung*, 1825, *No.* 136.

September 1. 9 U. 48' Ab. *Peter-Pauls-Hafen*, *Kamtschatka*.

1825.

schatka. Erdbeben von 9 Secunden Dauer. — *Allg. Zeitung*, 1826, *No*. 205. S. 820.

September 20. 10 U. Ab. *Demerary*, *nördlich. Südamerika*. Eine Erderschütterung, die mit einer schwingenden Bewegung des Bodens anfing, von dumpfem Getöse begleitet war, und mit einer der Wellenbewegung des Meeres gleichenden Bewegung endigte; die Richtung war von WNW. nach OSO., die Dauer 3 bis 4 Minuten (Secunden?); dabei leichter NW. Wind, der Himmel im Zenith rein, am Nordhorizont wolkig. — Seit vielen Jahren dort die stärkste Erderschütterung. Eine Stunde nachher ein schwächerer Erdstofs, von einem Windstofse begleitet. — Zugleich auf *Barbados* und auf *Trinidad* empfunden. — Férussac, *Bull. des sc. nat. T*. 9. *p*. 152., citirt *Algem Konst en Letterbode*, 1825, 2. *Dec*. — *Ann. de chim. et de phys. T*. 30. *p*. 412.

October 3. Erderschütterung auf den Antillen. Welche Inseln davon betroffen worden sind, ist nicht angegeben. — Leonhard's *Zeitschrift*, 1826, *Bd*. 2. *S*. 360.

October 5. 3 U. 32′ M. *Peter-Pauls-Hafen*, *Kamtschatka*. Erdbeben von 3 Secunden Dauer. — *Allgemeine Zeitg*. 1826, *No*. 205. S. 820.

October 17. bis 20. Weit verbreitet tiefe Barometerstände; heftige Stürme im Canal. — Kastner's *Archiv*, *Bd*. 8. *S*. 242. — In der Gegend von Gotha wüthete der Sturm am heftigsten in der Nacht vom 18. zum 19. Der tiefste Barometerstand daselbst hatte am 20. Morgens statt, und war 26″ 0,4‴, d. i. mehr als 14 Linien unter dem mittleren Stand, denn die Temperatur des Quecksilbers war dabei +8,5° C.

October 23. gegen 8 U. Ab. *Aquila*, *Abruzzo*, *Neapel*. Heftige Erderschütterung.

October 23. 8½ U. Ab. Daselbst eine schwächere.

1825.

October 24. 3 U. M., desgleichen Abends und in der folgenden Nacht daselbst noch einige Erschütterungen. — Schönberg in Kastner's *Archiv, Bd.* 14. *S.* 323.

October. Gegen das Ende des Monats. *Schiraz, Persien.* Ein Erdstofs, der fast so heftig gewesen seyn soll, wie der vom Junius 1824. Es stürzten dabei viele Gebäude ein. — Ferussac, *Bull. des sc. nat. T.* 9. *p.* 152., citirt *Madras Courrier,* und *Journal Asiatique,* 1826, *Jun.* 3. *p.* 800. — *Monthly Magaz.* 1826, *Jul. p.* 74.

November 7. 10 U. 33′ M. *Peter-Pauls-Hafen, Kamtschatka.* Erdbeben von 20 Secunden Dauer. — *Allgemeine Zeitg.* 1826, *No.* 205. *S.* 820.

November 19. — Morgens. — *Port au Prince, St. Domingo* (*Haiti*) Erdbeben. — *Ann. de chim. et de phys. T.* 30. *p.* 412.

November 26., 27., 28. — Stürme und Sturmfluthen im *Teutschen Meere* und im *Cattegat.* Der niedrige Theil von *Hamburg* wird 5 bis 10 Fufs hoch überschwemmt. Das Teutsche Meer zerreifst auf's Neue die schmale Landenge, welche dasselbe von dem *Limfiord* in *Jütland* trennt, an drei Stellen, reifst grofse Stücke von der höheren Küste bei *Ost-Agger* weg, und arbeitet daran sich nicht nur mit dem Lymfiord, sondern auch mit dem *Flad-See* in völlige Verbindung zu setzen. — *Preufs. Staatsz.,* 1825, *No.* 298. *S.* 1191. u. 302. *S.* 1207. — *Hesperus,* 1825, *No.* 299. S. 1196. — In Gotha fing der Sturm an am 29. 7 U. Ab., der tiefste Stand des Barometers daselbst erfolgte am 30. 6 U. Morg. $= 26'' \, 5{,}13'''$ bei $+ 13{,}4$ Temperatur des Quecksilbers.

November 30. Erderschütterungen auf den *Antillen* (die Angabe, auf welchen? wird vermifst). Ihnen ging eine mehrtägige, für diese Jahreszeit ungewöhnliche Wärme voraus; auch war das dabei hörbare unterirdische Getöse stärker und deutlicher als bei früheren ähnlichen

1825

Erscheinungen. Unmittelbar nach den Erdbeben wurde es kälter, und Regengüsse, begleitet von Donner, hielten zehn Tage hindurch an. — Leonhard's *Zeitschrift*, 1826, *Bd.* 2. *S.* 360.

November. — Ohne Angabe von Tagen wird aus *Rom* geschrieben: Die Quelle von *Nocera*, welche Eisentheile enthält, und auf Flaschen gezogen nach Rom und in die umliegenden Gegenden gebracht wird, hat plötzlich zu fliefsen aufgehört. *Allgem. Zeitung*, 1825, *Beilage No.* 339. *S.* 1355.

December 3. *Leyden.* In der Ebene bei dieser Stadt entsteht eine Spalte, oder ein Erdfall, von welchem ein Haus verschlungen wird; dessen sehr beschädigte Bewohner, nach mehrstündiger Arbeit, noch lebend hervorgezogen werden. — *Moniteur*, 1825, *No.* 344. *p.* 1683.

December 6. bis 9. Orcane bei *Cadiz*, in der Strafse von *Gibraltar*, im *Mittelländischen* und besonders im *Adriatischen Meere*, am 6. schleuderte der Südweststurm den Thurm *La Vigia* bei *Cadiz* in's Meer, und richtete bei *Gibraltar* unter den Schiffen grofse Zerstörung an. Er wiederholte in der Nacht vom 8. zum 9., sich aus Westen wendend, bei tiefem Fallen des Barometers. — *Allgem. Zeitg.* 1826, *No.* 1. *S.* 1. — *Moniteur*, 1825, *No.* 365. *S.* 1713. und 1826, *No.* 1. *S.* 2.

December 8. Zwischen 10. und 11. U. Ab. Erderschütterung zu *Genf.* — *Annal. de chim. et de phys. No.* 30. *p.* 412.

December 9. *Venedig* u. s. w. Grofse Ueberschwemmung, in Folge des Sciroccos, der die vorhergehenden Tage geweht hatte, wobei eine grofse Menge Schnee gefallen war. Fast alle Flüsse von der *Piave* bis zum *Po* waren plötzlich stark angeschwollen. Die Fluth setzte den St. Marcus-Platz und mehrere Gegenden

der Stadt unter Wasser, dessen Höhe die vom Jahre 1722 übertraf, und alle Dämme wurden beschädigt. — *Allg. Zeitg.* 1826, *No.* 2. *S.* 6. — In *Süd-Tyrol* wurden dadurch grofse Verwüstungen angerichtet und selbst ein Bergfall veranlafst, am *Rebrut* bei dem Dorfe *Ponte*, am Bache *Vanoi*. — *Preufs. Staatszeitg.* 1826, *No.* 148. *S.* 591.

December 23. gegen 5 U. M. *Strafsburg* und Umgegend, dann um dieselbe Stunde zu *Kehl*, *Sundheim*, *Neumühl*, *Kork*, *Offenburg*, Erdstöfse, die besonders in Strafsburg ziemlich stark waren. Das Wetter war still, der Himmel bedeckt, leichter Südwind, das Barometer in der Nacht beinahe um 2 Linien gestiegen, und der mittleren Höhe (die dort 27″ 9‴ ist) genähert. Thermometer R. 5 Uhr M. $= + 1{,}25°$. Die Wächter auf dem Münster spürten nach $\frac{3}{4}$ nach 4 U., auf ihrer Bank sitzend, drei auf einander folgende so starke Stöfse, dafs sie sehr erschraken. Aufserdem versicherten dieselben, bereits zwischen 2 und 3 Uhr Morg. ein aufserordentliches Sausen in der Luft gehört zu haben. Laut eingelaufenen Nachrichten scheinen die Erschütterungen sich von NO. nach SO (vermuthlich SW.?) gewendet zu haben. Einige Personen wollen dabei ein dumpfes Getöse gehört haben. In einigen der übrigen Orte gab man die Richtung der als horizontale Schwingungen empfundene Bewegung von N. nach S. an. Andere Beobachtungen geben dieser Bewegung die Richtung längs dem Gebirge an der Murg, sodann der Bergkette am Neckar, wo man hie und da bis gegen *Manheim* hin eine leichte Bewegung empfunden haben will. In Manheim war seit mehr als zwanzig Jahren keine Erderschütterung gefühlt worden. — *Allgem. Zeitg.* 1825, *No.* 363. *S.* 1451. und *Beilage*, *No.* 365. — *Preufs. Staatszeitg.* 1826, *No.* 8. S. 33.

Nachtrag. Von den Sturmfluthen und Ueberschwemmungen am 3. und 4. Februar 1825 *).

Die Sturmfluthen vom 3. und 4. Febr. waren gleichsam der letzte Act von dem seit mehreren Monaten eröffneten Trauerspiel ähnlicher Ereignisse, und auch der gräſslichste von allen.

Mehrere Naturverhältnisse vereinigten sich zu dem Unglück, das um diese Zeit über die Küsten des Teutschen Meeres, besonders die östlichen, verhängt war.

Der Januar hatte keinen eigentlichen Winter gebracht; das Wasser der Ströme und Flüsse war nicht zu Eis erstarrt, sondern reichliche atmosphärische Niederschläge in Regen und schnell schmelzendem Schnee und dergleichen hatten die Betten derselben bedeutend gefüllt; alles Küstenland war mit Feuchtigkeit reichlich durchdrungen.

Während dem gröſsten Theile, und besonders der letzten Hälfte des Januars, hatten westliche und vornehmlich südwestliche Winde im Canal und auf dem Teutschen Meere geherrscht, und das Wasser in demselben in hohem Stande erhalten. In den letzten Tagen desselben Monats und den ersten des Februar wurde der Nord-

*) Von mehreren über diese Begebenheiten erschienenen Schriften sind von mir benutzt worden:

Denkmahl der Wasserfluth, welche im Februar 1825 die Westküste Jütlands und die Herzogthümer Schleswig und Holstein betroffen hat. Tondern 1825.

F. B. Dunker und Sohn, Darstellung der durch die Sturmfluthen vom 3. u. 4. Februar angerichteten Verheerungen an der nordteutschen Küste. Jever 1826. Mit 2 Charten.

Fr. Arends, Gemälde der Sturmfluthen v. 3. bis 5. Februar 1825. Bremen 1826. Mit 1 Charte.

W. Müller, Beschreibung der Sturmfluthen an den Ufern der Nordsee und der sich darin ergieſsenden Ströme etc., am 3. u. 4. Febr. 1825. Hannover 1825, u. 2. Th. 1828. (Letzterer, Auszug aus der von der Soc. d. Wissensch. zu Göttingen gekrönten Preisschr. des Verf.) mit vielen Charten und Planen.

westwind herrschend, auch dabei stürmisch, so dafs die weite Oeffnung des Teutschen Meeres zwischen Norwegen und Schottland seiner Macht ganz preisgegeben war, und das Wasser von ihm mit Gewalt gegen die Küsten Dänemarks, Teutschlands und der Niederlande getrieben wurde. (Arends, S. 6. — Müller, Th. 2. S. 8.)

Auf den 2. Februar fiel der Vollmond, und der Trabant befand sich in der Erdnähe. Dieser Umstand erhöhete die Macht, welche die Vollmondsfluth am folgenden Tage erhalten mufste.

Ueberdiefs wehete gerade am 3. und 4. der Nordweststurm am heftigsten auf dem Teutschen Meer, begleitet von Schnee- und Hagelfall, auch hie und da von Gewittern.

Alle diese Umstände vereinigten sich, die gewaltsamsten Wirkungen an allen Meeresküsten, von denen von *Kent* und *Flandern* an bis zu denen von *Jütland*, auszuüben.

Der niedrigere Theil aller Küsten von *Kent*, die ganze Stadt *Dover* wurden überschwemmt, die Themse-Mauer brach durch, und viele tausend Acker des besten Landes wurden überfluthet. (*Moniteur*, 1825, *No.* 43. *p.* 175. — *Preufs. Staatszeitg.*, 1825, *No.* 48. *S.* 190.)

Aber die gröfsten Wirkungen äufserten sich auf die östlichen Küsten. Dort war der Gang der Begebenheiten folgender: Am 2. Februar herrschten West- und Südweststürme, zwar nur von mäfsiger Gewalt, aber von Schneegestöber und hie und da von Hagel begleitet. Am 3. fiel Vormittags vieler Regen, der Sturm wurde mit westlicher Richtung heftig, das Barometer fiel sehr tief. Am Abend desselben Tages und in der darauf folgenden Nacht brachen an mehreren Orten Gewitter aus, und Blitze schlugen ein und zündeten zum Theil zu *Medemblick*, *Padingbüttel*, *Rellingen* u. s. w. (Müller Th. 2. S. 14.). Die Mittagsfluth an diesem Tage war nur von mäfsiger Höhe, aber die darauf folgende Ebbe fiel so

wenig, dafs man aus diesem Zeichen schon Besorgnifs wegen der Höhe der folgenden Fluth schöpfen mufste. Lange vor Eintritt der Zeit dieser nächsten Fluth fing das Wasser schon an zu steigen, und drei bis vier Stunden vor der höchsten Fluthzeit stand es schon der Höhe der Deiche (Dämme) gleich. Dabei war das Meer in der heftigsten Bewegung, der Wellenschlag war ungeheuer hoch, und die Wogen dieser fürchterlichen Fluth übersprangen oder durchbrachen die Deiche, überschwemmten grofse Strecken Landes, und gruben grofse und tiefe Löcher (Kolke) in das hinter den Deichen gelegene Land.

Die höchste Fluth erfolgte am 3. Abends, zwischen 9 Uhr und Mitternacht; aber der Sturm wüthete fort bis zum 4., und eine zweite Fluth am Morgen dieses Tages, in einigen Gegenden eben so hoch, in anderen etwas niedriger als die erste, vollendete die beklagenswerthen Zerstörungen. Bis zum 4. gegen Mittag hielt der Sturm ununterbrochen an aus demselben Striche (WNW.), dann fing er an aus Norden zu wehen und wurde schwächer.

Dieses waren die allgemeinen Phänomene dieser Sturmfluthen; in Ansehung einzelner Gegenden und besonderer Erscheinungen dabei ist noch Folgendes zu gedenken.

In dem westlichen Theile der *Niederlande* war die Witterung von der im östlichen, so wie von der in den *teutschen* Küstenländern herrschenden etwas verschieden. Die Winde waren an den der Fluth vorhergehenden Tagen mehr nordwestlich, da sie in Teutschland mehr südwestlich waren. In jenen westlichen Gegenden war mehr trübe Luft und Schneegestöber, auch hielt daselbst der Sturm länger an, als in diesen. An den teutschen Küsten war die Abendfluth am 3. die höchste, in den Niederlanden traten mehrere hohe Fluthen nach einander ein; die erste am 3. war die niedrigste, die darauf folgende, und zum Theil auch die dritte, aber waren die höchsten, und am meisten zerstörenden. Die erste Fluth am 3.

fing in den westlichen Gegenden bis nach Ostfriesland hin schon zwischen 8 und 9 Uhr Abends an über die Deiche zu laufen; weiter östlich geschah dieses später, und an der Elbe erst um Mitternacht. Die zweite Fluth am 4., welche in den westlichen Gegenden sich gegen und bald nach 9 Uhr Morgens über die Deiche ergofs, stieg dort so hoch wie die erste, hie und da selbst noch höher; in den östlicheren Gegenden aber blieb diese niedriger, weil der Wind sich gegen Mittag legte.

In der Gegend von *Emden* war am 2. und 3. Nordweststurm; am 3. 6 Uhr Ab. Anfang der Fluth, sie verlief sich etwas am 4. 2 Uhr Morg.; die höchste Fluth erfolgte am 4. 10 Uhr Morgens.

Um *Stade* war am 3. 3 Uhr Ab. hohes Wasser. Um Mitternacht stieg das Wasser so überraschend schnell, dafs das in solchen Fällen übliche Lösen der Kanonen nach Verhältnifs der Gefahr fast zu spät erfolgte, und am 4. 1 Uhr Morgens war dort die höchste Fluth.

Bei *Hamburg* war sie am höchsten am 4. 3 Uhr Morgens, und die zweite niedrigere erfolgte an demselben Tage 1 Uhr Abends.

Am weitesten verbreitet und am meisten zerstörend waren ihre Wirkungen in dem Theile der Provinz *Holland* von *Amsterdam* bis *Purmerend* und *Hoorn*, an den *Drenthischen* und *Friesländischen* Küsten der *Zuydersee*, auf der Inselkette von *Texel* bis *Wangeroog*, an den Küsten von *Ostfriesland* und dem untern Laufe der *Ems*, an der Mündung der *Weser* bis *Vegesack* herauf, an dem südlichen Ufer der *Elbe*-Mündung von der Insel *Neuwerk* bis *Hamburg*, und auf den *Nordstrandischen Inseln*. Auf diesen letzteren hat die Sturmfluth fürchterliche Zerstörungen angerichtet, besonders auf den *Halligen* (kleine unbedeichte Inseln). Von diesen, vorher vierzehn, ist die Insel *Südfall* ganz, und *Nordstrandisch Moor* zur Hälfte von den Fluthen weggewaschen worden.

Unter den grofsen Fluthen, welche die genannten Gegenden seit undenklichen Zeiten zu wiederholten Malen betroffen haben, scheint diese eine der höchsten und furchtbarsten gewesen zu seyn. Sie überstieg die Höhe der gewöhnlichen Fluth:

zu Rotterdam	um	11	Fufs	1	Zoll.	
- Katwyk	-	11	-	8	-	
im Groningerland	-	12	-	8	-	
an der Jahde	-	13	-	6	-	
zu Cuxhaven	-	12	-	3	-	
- Husum	-	13 bis 14 Fufs *).				

Nach den vorhandenen Nachrichten haben die höchsten Fluthen des vorigen Jahrhunderts (1776, 1775 und 1717) diese Höhe nicht erreicht; von älteren Fluthen scheint nur die vom Jahre 1570 die von 1825 noch überstiegen zu haben. Indessen ist dieses nicht mit voller Gewifsheit auszumitteln, da die davon vorhandenen Nachrichten und Merkzeichen durch die in späterer Zeit erfolgten Erhöhungen und Veränderungen der Deiche unsicher geworden sind.

Die Gröfse und Furchtbarkeit dieser Ereignisse, und manche nicht gewöhnliche oder vielleicht auch nicht immer wahrgenommene Nebenumstände dabei, haben auch bei diesen Sturmfluthen, so wie bei den ähnlichen Erscheinungen des vorhergegangenen Herbstes, Viele veranlafst, *Erdbeben* als mitwirkende Ursache davon anzunehmen. Folgende Erscheinungen werden zu Begründung dieses Gedankens angeführt.

Das Wasser des Meeres soll in einer sonst bei hohen Sturmfluthen nicht gewöhnlichen Unruhe gewesen

*) Bei Arends, S. 14, und bei Müller, Th. 2. S. 10. und 12., finden sich Angaben von der Fluthhöhe an noch mehreren Orten. Leider ist nicht angegeben, welches Fufsmaafs denselben zu Grunde liegt.

seyn. Man berichtet, dafs es tobte, schäumte und gleichsam kochte, kurze, abgebrochene, wirbelartige Wellen schlug, und sich pyramidenartig erhob. (Arends, S. 9. 310. etc.; Müller, Th. 1. S. 79. und 110., Th. 2. S. 23.)

Nach dem ersten sehr raschen Steigen des Wassers wurde an mehreren Punkten, z. B. auf den *Halligen*, ein Stillestand der Fluth beobachtet, der fast drei Stunden dauerte. Ja, auf der Strecke von *Kumder* bis *Kampen* an der *Zuydersee* fiel am 4. Morgens gegen 4 Uhr das Wasser plötzlich, was man auch an den *Weser-* und *Elbmündungen* bemerkt haben will. (Arends, S. 19.)

Das Wasser war viel stärker als gewöhnlich bei Sturmfluthen von Schlamm getrübt, und hinterliefs nach dem Abziehen auch weit mehr Schlamm als gewöhnlich. (Arends, S. 19.; Müller, Th. 2. S. 23.)

Man fand häufig vom Meere ausgeworfenen *Bernstein*. (Arends, S. 21.; Müller, Th. 2. S. 33.)

Ferner hat man einige besondere Erscheinungen auf dem Lande an Quellen und Brunnen, zum Theil vor Eintritt der Fluth, wahrgenommen. In *Friesland* bei dem Dorfe *Munnikenburen*, unweit der Zuydersee, entsprang während der Ueberschwemmung eine Quelle süfsen Wassers (Arends, S. 389.). — Auf dem *Kamper*-Eiland bemerkte man schon am 1. Februar, dafs die Erde mit Wasser gefüllt war, so dafs selbst hin und wieder Quellen entstanden, wogegen das Wasser in mehreren bestehenden Brunnen einen so übeln Geschmack angenommen hatte, dafs das Vieh es nicht trinken wollte. (Arends, S. 310.) — In *Hasselt* sprangen sogar die Pumpbrunnen durch das starke Arbeiten der Welle eine Elle hoch in die Höhe (ebendas.). — zu *Hesel*, im Ostfriesischen Amte *Stickhausen*, lief am 2. Febr. ein Brunnen plötzlich über. (Arends, S. 20.) — Zu *Ditzum*, in *Ostfriesland*, wurde am 3. das Wasser eines Brunnens so

salzig, dafs es das Vieh nicht trinken wollte. (Arends, S. 31.; Müller, Th. 1. S. 221.) — Zu *Dicksterhusen* (daselbst) wurde am 3. ein Brunnen, der bis dahin sehr wenig Wasser enthalten hatte, bis zum Ueberlaufen voll. (Müller, Th. 1. S. 221.) — Zu *Krummendeich*, bei Freyburg am südlichen Elbufer, wurden zwei Brunnen am 3. Nachmittags zu gleicher Zeit ganz leer, und gleich nachher wieder so voll, dafs man das Wasser mit der Hand daraus schöpfen konnte. (Müller, Th. 1. S. 70.) — Auf der *Wingst*, im Bremischen Amte *Neuhaus*, versiegte am 3. eine Quelle plötzlich (Arends, S. 20.; Müller, Th. 1. S. 90.). Erst nach einigen Tagen erhielt sie ihr Wasser wieder. Auch waren zwei Brunnen bei den *Fuchshöhlen* in dortiger Gegend schon zwei Tage vorher ganz trocken geworden, und erhielten ihr Wasser ebenfalls erst einige Tage nach der Ueberschwemmung wieder. — Zu *Neuhaus* selbst, wo das Wasser vor der Fluth schon eine gröfsere Höhe, als das gewöhnliche hohe Wasser erreicht hatte, wurde am 3. Mittags das Wasser eines Brunnens so trübe, dafs das Vieh es nicht trinken wollte. Am 5. ward es wieder ganz hell. (Müller, Th. 1. S. 96.)

Als andere ungewöhnliche Erscheinungen werden noch eine *Feuerkugel* und *Wasserhosen* angegeben. Eine Feuerkugel wurde am 4. Febr. Morgens zu *Stotel* (südlich von *Bremerlehe*) in Süden, und ungefähr 18° über dem Horizonte gesehen. Es ist bemerkenswerth, dafs man an demselben Morgen zu *Cassel* eine Feuerkugel in Nordwest gesehen hat. (Müller, Th. 1. S. 135.)

Wasserhosen wurden beobachtet am 3. Abends von *Hatzum* aus über dem Spiegel der *Ems*, sie war sehr niedrig, und verlor sich bald; eine andere bei *Texel* in der Nacht vom 3. zum 4., diese warf ein Rettungsboot um. Diese Wasserhosen waren mehr oder minder grofse schwarze Wolken, fast in der Gestalt eines Kuheuters, und in der Richtung, nach welcher sie sich bewegten,

mehr oder minder spitzig gestaltet. Vom Hauptkörper hingen eine, zwei, drei, aber nie mehr als vier schwarze Dunstsäulen gewöhnlich bis zum Erdboden, wie Zitzen herab, die alles was sie berührten zündeten, oder in die Luft hoben und mit sich fortführten. Sie bewegten sich alle sehr schnell und zickzackförmig, z. B. die bei Nordstrand 1824 gesehene, zuerst östlich, dann nördlich, aber stets zickzackförmig in der Richtung ihrer Bahn, bis sie verschwanden *).

Endlich will man hie und da wirkliche Erschütterung des Bodens wahrgenommen haben. — Zu *Hatzum* (*Ostfriesland*) soll am 3. Abends eine solche gefühlt worden, und in einem dortigen Hause eine Fensterscheibe zersprunggn seyn; wobei indessen Müller bemerkt, dafs zugleich heftige Windstöfse erfolgt seyen (Th. 1. S. 219.). — Zu *Krummendeich*, wo am 3. das Barometer von 28″ auf 26″ 6‴ herabfiel, klagten mehrere Einwohner über Beklemmung in der Brust. Einige, die sich auf dem Elbdeiche und auf der *Hohenlucht* befanden, versicherten eine Art von Erderschütterung bemerkt zu haben. (Ebend. S. 70.) — Zu *Balje* wollen einige Einwohner zwischen 9 und 10 Uhr (welchen Tag?) eine Erderschütterung gefühlt haben. In einem dortigen hochliegenden Hause waren Risse in den Wäuden entstanden, und der Schornstein war um einen Zoll gesunken, obgleich alle anderen Theile in ihrer vorigen Höhe standen. (Ebend. S. 79. und 80.) — Zu *Cappeln* bemerkte man schon zwei Tage

*) Müller, Th. 2. S. 15. und 16. Ungeachtet hier, wie man sieht, nicht blofs die bei der Fluth von 1825 wahrgenommenen, sondern auch einige früher erschienenen Wasserhosen beschrieben sind, so habe ich mich doch nicht enthalten können, die ganze Müller'sche Beschreibung derselben hier aufzunehmen. Der Umstand, dafs die Wasserhosen sich im Zickzack bewegen, wie der Blitz, und der, dafs ihre Spitzen das Vermögen haben zu zünden, bestätigt wohl, dafs sie eine ganz elektrische Erscheinung sind.

vor der Sturmfluth eine ganz ungewöhnlich unruhige Bewegung des Wassers. (S. 110.)

Die meisten dieser Wahrnehmungen, ihre Richtigkeit auch vorausgesetzt, dürften wohl kaum genügen, die Vermuthung, daſs bei diesen Sturmfluthen Erdbeben mit gewirkt haben sollten, zu begründen.

Das Aufwallen des Meeres bei Erdbeben ist zwar nichts Ungewöhnliches, und es ist bekannt, daſs bei den groſsen Erdbeben, z. B. von *Lissabon*, *Callao* u. s. w. das Meer aufgewühlt wurde, und ein Paar ungeheuere Wellen auf das Ufer warf. Aber die bekannt gewordenen Erscheinungen dieser Art sind in Hinsicht sowohl des Raumes als der Zeit sehr beschränkt gewesen. Die Erscheinung war die Sache von Minuten. Das Toben und Schäumen der Wogen während ganzer Fluthzeiten auf einem ausgedehnten Küstenstriche kann bei den Umständen, welche die groſse Fluth vom Februar 1825 begleiteten, kaum als etwas Auſserordentliches erscheinen, wenn man auch nicht Erdbeben als mitwirkende Ursache annimmt. Man darf nur erwägen, welche Kräfte dabei gegen einander kämpften: die der gewöhnlichen Ursache von Ebbe und Fluth, die des Sturmwindes, die der ungeheuern Wassermasse in Bewegung und ihrer Schwere, und der Widerstand der vorliegenden Ufer und Dämme. Selbst die Erscheinung, da an einem und dem andern Punkte ein unerwarteter und lange dauernder Stillestand in der Fluth eintrat, kann bei der tobenden und unregelmäſsigen Bewegung des aufgewühlten Meeres, theils durch die Configuration der Küsten, theils in Folge von Deichbrüchen entstanden seyn, welche letzteren gerade nicht nothwendigerweise ganz in der Nähe der Punkte, wo die Fluth den Stillestand erlitt, stattgefunden haben müssen.

Die ungewöhnliche Trübung des Wassers durch Schlamm muſste wohl die natürliche Folge jeder heftigen Aufwühlung des Meeres und seines Anschlagens gegen

die Küsten seyn. Unstreitig haben diese, und zwar vielleicht bis auf eine nicht unbedeutende Tiefe, den mechanisch abgerissenen Schlamm hergegeben, dessen Ursprung man eben nicht auf des Meeres tief unterstem Grunde zu suchen braucht.

Auch der Bernstein ist wohl aus den Lagern des Ufers, die dieses Fossil enthalten, durch den Wellenschlag ausgewaschen worden.

Mehr Aufmerksamkeit scheinen auf den ersten Blick die Nachrichten von den besonderen an Brunnen und Quellen wahrgenommenen Erscheinungen zu verdienen. Allein, wenn man die der Sturmfluth mehrere Wochen lang vorhergegangene Witterung in Erwägung zieht; so dürfte man auch für diese Erscheinung, ohne Hülfe des Erdbebens, eine Erklärung finden. Es ist oben gesagt worden, dafs der Januar ohne Frost geblieben, dafs alles Land von Wasser reichlich durchdrungen war, und dafs die anhaltenden Westwinde nicht aufgehört hatten, das Meer gegen die Niederländischen und Norddeutschen Küsten anzudrücken. Ist es daher nicht wahrscheinlich, dafs der dadurch veranlafste, lange Zeit fortdauernde hohe Wasserstand längs den Küsten den sonst vielleicht stattgefundenen Abzug des im Lande enthaltenen Wassers nach dem Meere verhindert hat, so dafs endlich schon die gewöhnlichen Fluthen, noch vor dem Eintritt der grofsen Sturmfluth, die Brunnen, oder wenigstens manche derselben zum Ueberlaufen bringen konnten? Müller (Th. 1. S. 96.) sagt, dafs bei *Neuhaus* das Wasser schon vor der Fluth eine ungewöhnliche Höhe hatte. Derselbe führt (Th. 2. S. 17. f.) noch eine Menge von Beispielen vom Steigen des Wassers in Brunnen, und Trübung desselben noch vor Eintritt der Sturmfluth an, so dafs man diese Erscheinung durchaus für eine rein hydrostatische halten mufs. Er bemerkt ferner (S. 19.), dafs man an der Mündung der Yssel schon am 1. Febr. das Erdreich sehr mit Wasser geschwängert gefunden habe.

Schwerer zu erklären ist die Erscheinung vom Versiegen zweier Quellen. Da aber diese Nachricht unter den zahlreichen vom Ueberlaufen der Brunnen — welches die allgemein verbreitete Erscheinung war — so ganz isolirt dasteht, so dürfte es wohl nöthig seyn, dafs man vorerst die Localverhältnisse der Punkte, an denen sie sich ereignet hat, genau untersuchte, ehe man eine Erklärung derselben unternähme.

Selbst die Erzählungen von Bewegungen des Bodens, die einzelne Personen wahrgenommen haben wollen, sind, so wie sie hier gegeben werden, wohl zu ungenügend, um sie für ganz zweifelfrei anzunehmen. Wenn man die Lage der unglücklichen Berichterstatter im Toben der aufgeregten Elemente, und unter den Schrecknissen, die sie mit dem Verlust von Leib und Leben und Allem was ihnen das Kostbarste war, bedroheten, bedenkt, so wird man billig Anstand nehmen, ihnen die Glaubwürdigkeit ruhiger, kalter Beobachter zuzugestehen. Wenigstens wird man fragen: war das, was sie zu empfinden glaubten, auch wirklich diejenige Erscheinung, für die sie es hielten? Jeder starke Sturmwind kann schon die Täuschung hervorbringen, dafs man den Boden zittern glaubt. Das Springen einer Fensterscheibe bei Windstöfsen braucht wohl nicht auf die Rechnung eines Erdbebens gesetzt zu werden. Das höchst unbedeutende Sinken eines Schornsteins möchte aber eben sowohl, ohne Erderschütterung, auf einem vom Wasser erweichten Sand oder Moorboden erfolgen können, so wie Risse in den Wänden eines Gebäudes.

Bei diesen wenigen und wenig genügenden Beweisen für wirkliche Erderschütterung, möchte man annehmen, dafs das obenerwähnte allerdings merkwürdige, auch seltene Zusammentreffen meteorischer und kosmischer Ursachen wohl hingereicht habe, die grofsen Wirkungen der Sturmfluth vom 3. und 4. Februar hervorzubringen.

V. *Zerlegung eines zu Idria niedergefallenen Staubes.*

Dieser Staub bildete das Pigment eines rothen Schnees, der am 14. März 1813 zu Idria herabfiel, und von Hrn. Legallois durch Schmelzen und Filtriren von demselben abgesondert wurde. Nach einer von Hrn. Vauquelin angestellten Untersuchung zeigt diese Substanz folgende Eigenschaften.

Sie besitzt eine röthlichgelbe Farbe und ungemeine Zartheit, dennoch knirscht sie zwischen den Zähnen, und mittelst der Lupe gewahrt man weiſse Schüppchen, die wie Glimmer aussehen. Wasser, mit dem man sie schüttelt, wird schleimig und opalisirend, gleich als wenn es Eiweiſs in Suspension enthielt, und giebt nach Verdampfung einen gummiartigen Rückstand, der sich, auf Kohlen geschüttet, schwärzt und brenzlich riecht. Im Platintiegel erhitzt, wird sie schwarz, und verliert dabei ein Fünftel ihres Gewichts. Der geglühte Rückstand löst sich zum Theil in Salzsäure, und die Lösung enthält Kalk, Thonerde und Eisenoxyd. Der unlösliche Theil mit Kali geglüht, darauf mit Wasser behandelt, und die Lösung mit Salpetersäure übersättigt, giebt eine Flüssigkeit, welche den weingeistigen Galläpfel-Auszug dunkelroth niederschlägt. Der Niederschlag enthält Titan.

Zur genaueren Analyse wurde die Substanz erst mit Wasser ausgekocht, dann mit Salzsäure behandelt, und nun der Rückstand mit Kali geschmolzen. Aus letzterem, nachdem er in Wasser gelöst und die Lösung mit Salpetersäure gesättigt worden, wurde das Titan durch Galläpfelinfusion gefällt. Die Ergebnisse dieser Analyse waren:

Kieselerde	36,75
Alaunerde	11,75
Kohlensaurer Kalk	17,50
Eisenoxyd	6,25
Titan	3,75
Organische Materie	24,00
	100,00.

Der merkwürdigste Umstand in der Zusammensetzung dieses Staubes ist die Gegenwart der nicht unmerklichen Menge von Titan, eines auf der Erde so seltenen Metalles (*Ann. de chim. et phys. T. XXXIX. p.* 438.)

VI. *Allgemeine Betrachtungen über die Vegetation, welche die Erdrinde in den verschiedenen Perioden ihrer Bildung bedeckte; von Adolph Brongniart.*

(Vorgelesen in der K. Academie der Wissenschaften zu Paris, am 8. Dec. 1828. *Annal. des sciences naturelles, T. XV. p.* 225.) *).

Der Eifer, mit welchem man seit dem Anfange dieses Jahrhunderts beschäftigt ist, Materialien für die Bildungsgeschichte der Erdkruste zu sammeln, bringt uns mit jedem Tage dem Zeitpunkt näher, wo es möglich seyn wird, die Geschichte der verschiedenen Schichten, welche successiv auf die Oberfläche abgelagert worden, so wie der Thiere und Pflanzen, welche auf dieser und in den sie bedeckenden Meeren gelebt haben, mit Genauigkeit aufzuzeichnen.

Noch haben wir aber das Ziel nicht erreicht, auf welches die Geologen und Naturhistoriker, die sich bemühen, durch ihre Untersuchungen die Geschichte der organischen Wesen der Vorwelt zu erhellen, alle ihre Anstrengungen zu richten haben. Und darum ist es nützlich, von Zeit zu Zeit ein Gemälde von dem Zustande der Wissenschaft aufzustellen, zu zeigen, was für sichere Resultate wir erlangt haben, und welche Zweifel noch zu beseitigen, oder welche Lücken noch zu füllen übrig bleiben. Indem dadurch die neuen Entdeckungen sichere Anknüpfungspunkte erhalten, wird den Untersuchungen

*) Das vielseitige Interesse dieser wichtigen Abhandlung, welche bisher nur durch sehr mangelhafte Auszüge in Deutschland bekannt geworden ist, bestimmt uns, sie den Lesern unverkürzt zu überliefern, um so mehr als wir im Stande sind in dem nächsten Aufsatze die Bemerkungen eines Sachkundigen hinzuzufügen, ohne welche sich einige Irrthümer in dieser sonst so schätzbaren Arbeit vielleicht auf längere Zeit allgemein verbreiten dürften. *P.*

eine nützlichere Richtung gegeben. Diefs zu unternehmen für die Geschichte der fossilen Pflanzen, für die Beziehungen, die zwischen ihren botanischen Charakteren und den Perioden, in welchen sie gelebt haben, stattfinden, ist meine Absicht in dieser Abhandlung.

Kein Theil der Naturgeschichte hat seit einem Jahrzehend so rasche Fortschritte gemacht, wie dieser; und unsere Kenntnisse in demselben sind sehr verschieden von denen, welche wir im Jahre 1822 besafsen, als ich der Academie eine hieher gehörige Arbeit überreichte, wenn gleich dieselbe mit einer sehr schmeichelhaften Aufnahme beehrt wurde. Seitdem hat die Forschung nach fossilen Pflanzen in den verschiedenen Gebirgsschichten die Aufmerksamkeit der Geologen in Frankreich, England, Deutschland und Italien erregt; ja in Amerika, in Indien und selbst in Neuholland hat man merkwürdige Exemplare dieser Fossilien aufgefunden. Mehrere Werke haben die in einigen dieser Länder gemachten Entdeckungen kennen gelehrt; allein die Resultate, auf welche ich für einige Augenblicke die Aufmerksamkeit der Academie gelenkt zu sehen wünsche, beruhen zum grofsen Theile auf noch ungedruckten Materialien, welche ich theils auf meinen Reisen gesammelt, theils von den Gelehrten jener Länder mit grofser Bereitwilligkeit zugesandt bekommen habe.

Wir besitzen indefs über die Geologie und die fossilen Pflanzen anderer Gegenden der Erde noch keine hinlänglichen Kenntnisse, um über sie etwas Gewisses aufstellen zu können. Unsere Resultate sind sämmtlich auf das Studium der Fossilien von Europa und Nordamerika gegründet, und obgleich es nach unseren bisherigen Kenntnissen sehr wahrscheinlich ist, dafs sie auch auf andere Regionen anwendbar sind, so läfst sich doch mit Bestimmtheit nichts darüber angeben.

Die Zahl der fossilen Pflanzenspecies, welche, theils aus Werken durch Beschreibungen und brauchbare Ab-

bildungen, theils aus den in meiner und Anderer Sammlungen aufbewahrten Exemplaren, bekannt sind, beläuft sich auf 500 bis 550.

Diese Species sind in den Schichten verschiedenen Alters, welche die Erdkruste bilden, sehr ungleich vertheilt. Diefs zeigt sich schon, wenn man die Gesammtzahl der in einer jeden einzelnen Schicht befindlichen Arten betrachtet; aber noch auffallender wird es, wenn man die Zahl der zu den verschiedenen Klassen gehörenden Pflanzen in einer jeden dieser Floren vergleicht.

Diefs letztere erfordert nothwendig, dafs man entweder die Species, oder die Gattung, oder die Familie, oder wenigstens die Klasse, zu der eine jede fossile Pflanze gehört hat, mit Genauigkeit zu bestimmen vermöge. Wir würden zu weitläufig werden, wenn wir hier zu entwikkeln suchten, welcher Grad von Genauigkeit einer jeden von uns gemachten Bestimmung zukommt. Diese sehr in's Detail gehende, auf zahlreiche und minutiöse Vergleichungen gestützte, Arbeit läfst sich, ohne die Pflanzen sämmtlich vor sich zu haben, nicht aus einander setzen; auch habe ich in den beiden ersten Lieferungen meines Werkes über die fossilen Pflanzen, den von mir in dieser Beziehung eingeschlagenen Gang ausführlich angegeben.

Ich bemerke nur, dafs man in den meisten Fällen zu bestimmen vermag, zu welcher grofsen Klasse eine fossile Pflanze gehört habe, dafs man oft die Familie, und zuweilen selbst die Gattung erkennen kann.

Unter dem Namen: grofse Klassen, verstehe ich hier die Haupt-Abtheilungen, worin man das Pflanzenreich sehr naturgemäfs zerfällen kann. Diese Abtheilungen lassen sich, wie ich glaube, auf sechs festsetzen: die Agamen, die Zellen-Kryptogamen, die Gefäfs-Kryptogamen, die nacktsamigen Phanerogamen (worunter die Coniferen und Cycadeen verstanden sind), die monocotyledonischen und dicotyledonischen Phanerogamen.

Jedermann, der diese Eintheilung studirt, wird, wie

ich glaube, darin mit mir übereinstimmen, dafs einerseits diese Klassen sehr naturgemäfs sind, und dafs es andererseits fast immer möglich ist, an irgend einem wohlerhaltenen Organe zu erkennen, zu welcher von diesen sechs Klassen eine fossile Pflanze gehört habe.

Diese Grundlage der von mir angenommenen botanischen Eintheilung habe ich nothwendigerweise entwikkeln müssen, weil aus dem Vergleiche der Anzahl von Pflanzen, welche von diesen Klassen in den verschiedenen Bildungsperioden der Erdkruste vorhanden waren, die merkwürdigsten Verschiedenheiten in der Vegetation der Vorwelt hervorgehen.

Aus den Untersuchungen der Geologen ist es bekannt, dafs der unterste Theil der Erdrinde aus meist krystallinischen Gebirgsarten besteht, in denen man niemals Ueberreste von organischen Wesen antrifft; dafs sich aber auf diese Gebirgsarten mit der Zeit andere, meist durch Niederschläge gebildete, Schichten abgelagert haben, und dafs in diesen Schichten, deren Aufeinanderfolge zugleich die relative Zeit ihrer Bildung angiebt, sehr häufig mehr oder weniger zahlreiche Ueberreste von Pflanzen und Thieren gefunden worden sind. Mehrere dieser Schichten haben Kennzeichen gemein, die auf einen gleichartigen Ursprung oder eine gleichartige Bildungsweise zu deuten scheinen, und der Gesammtheit dieser Schichten hat man den Namen *Formation* gegeben; so wie man mehrere solcher, durch allgemeine Kennzeichen vereinten, Formationen unter der Benennung *Gebirge* (*terrain*) zusammenfafst.

Mehrere Geologen nehmen von den, später als die organischen Wesen gebildeten, Formationen vier Gruppen an, nämlich: das Uebergangsgebirge, das ältere, mittlere und jüngere Flötzgebirge *).

*) So haben wir der Kürze halber die von dem Verfasser gebrauchten Ausdrücke: *terrains de sédiment inférieurs*, *moyens et supérieurs* wiedergegeben, obgleich man sonst in Deutschland weder

Diese geologische Classification wird uns bei dem Vergleiche der Pflanzen, welche zu den Ablagerungszeiten der Formationen auf der Erdfläche wuchsen, als Grundlage dienen, obgleich bei ihr die fossilen Pflanzen durchaus nicht in Betracht gezogen worden sind.

Beginnen wir damit, alle zu einer und derselben Formation gehörigen Pflanzen zusammenzustellen, so sehen wir, dafs diejenigen, welche in den verschiedenen Schichten einer nämlichen Formation gefunden werden, sehr wenig von einander abweichen. Diefs war zu erwarten; allein wir sehen überdiefs, dafs unter den fossilen Pflanzen mehrerer successiven Formationen oft grofse Aehnlichkeiten vorhanden sind.

Diese Beziehungen zwischen den Pflanzen benachbarter Formationen beruhen indessen nicht in allen Fällen auf einer Identität der Arten, zuweilen nicht einmal auf der der Gattungen; sondern auf den numerischen Verhältnissen der grofsen Klassen des Pflanzenreichs.

Die successive Vertheilung der Pflanzen auf der Erdoberfläche, während der verschiedenen Epochen ihrer Bildung, kann in mancher Rücksicht mit der geographischen Vertheilung der Pflanzen auf der gegenwärtigen Oberfläche der Erde verglichen werden.

So wie man die Erdoberfläche in Regionen theilt, in denen die Vegetation eine gleiche Beschaffenheit zeigt; eben so kann man den langen Zeitraum, während des die Erde gebildet wurde, in mehr oder weniger grofse Perioden zerfällen, in denen die Vegetation gemeinsame Charaktere darbot.

In der Pflanzengeographie sind die Floren der ver-

eine solche Eintheilung, noch eine solche Benennung zu befolgen pflegt. Ueberdiefs ist bekanntlich der Begriff von Formation sehr schwankend, und die vom Verfasser gewählte Classification keinesweges im Auslande allgemein angenommen. Man findet sie näher entwickelt in Alexandre Brogniart's *Classification et caractères minéralogiques des roches homogènes et hetérogenès.* 1827. *P.*

schiedenen Regionen zuweilen nicht nur durch den Wechsel der Arten, sondern auch durch Aenderungen in dem Verhältnisse der Klassen verschieden. Eben so beschränken sich bei den Floren, welche den verschiedenen Bildungsepochen unserer Erde angehören, die Unterschiede zuweilen auf einen Wechsel von Arten derselben Gattung oder von Gattungen derselben Familie, welche sich unter einander ersetzen, ohne merklich auf die gegenseitigen Verhältnisse der verschiedenen Pflanzenklassen einzuwirken. Vergleicht man dagegen die fossilen Pflanzen zweier auf einander folgender Formationen, so bemerkt man nicht nur allein Veränderungen in den Arten und Gattungen, sondern es verschwinden auch gewisse Familien gänzlich, oder ihre Anzahl ist wenigstens in dem Maafse gegen die der übrigen verringert, dafs das Verhältnifs der grofsen Klassen des Pflanzenreichs dadurch völlig abgeändert wird.

Betrachtet man die Floren der einzelnen geologischen Formationen auf diese Weise, so sieht man, dafs sie sich in Folge gemeinschaftlicher Charaktere, welche von den beträchtlichen Unterschieden in den numerischen Verhältnissen der Klassen, und von der gänzlichen Verschiedenheit der Arten und Gattungen hergenommen sind, in vier grofse Gruppen oder Perioden zerfällen lassen. Während der Dauer einer jeden dieser Perioden zeigt die Vegetation nur allmälige und beschränkte Veränderungen, welche auf die wesentlichen Charaktere der Vegetation ohne Einflufs gewesen sind. Dagegen findet von einer Periode zur nächstfolgenden ein plötzlicher Uebergang statt, eine rasche Veränderung in den wichtigsten Kennzeichen der Vegetation.

Die Charaktere der Vegetation dieser Perioden zu vergleichen, ist der Hauptgegenstand der gegenwärtigen Abhandlung. Bevor wir aber die Eigenthümlichkeiten dieser Perioden untersuchen, müssen wir ihre Gränzen festsetzen.

Die *erste* Periode scheint sich von den ältesten Uebergangsgebirgen bis zum Ende der Ablagerung des Steinkohlengebirges zu erstrecken. Das Rothliegende (*grès rouge*), oder der Zechstein, bildet ihre obere Gränze. Die *zweite* entspricht der Formation des bunten Sandsteins. Die *dritte* fängt mit dem Muschelkalk oder dem ihn unmittelbar bedeckenden Keuper an, und geht bis zur Kreide. Endlich begreift die *vierte* alle über der Kreide liegenden Formationen, welche man gewöhnlich mit dem Namen der Tertiärformationen bezeichnet.

Zu dieser Eintheilung sind wir durch Betrachtungen, die von der Geologie ganz unabhängig sind, geführt worden; um so überraschender ist es, dafs sie fast genau mit den von den Geologen angenommenen vier grofsen Formations-Gruppen zusammenfallt.

In der That entspricht die *erste* Periode dem Uebergangsgebirge, zu welchem einige Geologen auch das Steinkohlengebirge gerechnet wissen wollen. Die *zweite* begreift den gröfseren Theil des älteren Flötzgebirges. Die *dritte* umfafst das Ende dieser Formationen und das mittlere Flötzgebirge; und die *vierte* entspricht genau dem jüngeren Flötzgebirge (den Tertiärgebilden).

Man mufs auch bemerken, dafs die Gränzen dieser Perioden auf eine eigenthümliche Art mit den geologischen Ereignissen, durch welche die Schichten der Erdkruste entstanden sind, verknüpft zu seyn scheinen. Denn die Schichten, welche Ueberreste der von uns zu einer und derselben Periode gerechneten Pflanzen enthalten, sind fast immer von denen, welche einer anderen Vegetationsperiode angehören, durch Formationen getrennt, die fast gänzlich von Landpflanzen entblöfst zu seyn scheinen, und deren Bildung in einen Zeitraum fällt, während des die Erde vielleicht gänzlich vom Meere bedeckt oder beinahe völlig der Landpflanzen beraubt gewesen ist.

So ist die erste Periode oder die des Steinkohlengebirges von der zweiten, die dem bunten Sandstein ent-

spricht, getrennt durch das Rothliegende, in welchem keine Pflanzen gefunden sind, und durch den Zechstein, welcher bisher nur Meerespflanzen dargeboten hat.

Die zweite Periode ist von der dritten, die mit dem Keuper und Lias anfängt, durch Muschelkalk geschieden, welcher ebenfalls gänzlich von fossilen Pflanzen entblöfst ist.

Zwischen dieser dritten Periode, die mit den oberen Schichten des Jurakalks endigt, und der vierten, welche den Tertiärformationen entspricht, findet sich die Kreide, in welcher man bisher nur einige Meerespflanzen angetroffen hat.

Die Annahme einer ganz oder beinahe vollständigen Unterbrechung der Vegetation zwischen je zwei der von uns angenommenen Vegetationsperioden hat um so gröfsere Wahrscheinlichkeit, als zwei auf einander folgende Perioden keine Species mit einander gemein haben; alles ist verschieden zwischen ihnen, und man kann sich des Gedankens nicht erwehren, dafs eine neue Gesammtheit von Pflanzen, erzeugt unter andern Einflüssen als die früheren, die ältere Vegetation ersetzt hat.

Nachdem uns die Untersuchung der Specialfloren der einzelnen Bildungsepochen gezeigt hat, dafs wir mehrere derselben in Gruppen fassen können, und, dafs sich gröfsere Perioden, während welcher die Erde, wenn auch nicht eine durchaus, doch wenigstens eine meist ähnliche Vegetation besessen hat, aufstellen lassen; so bleibt uns noch übrig, die Floren dieser Perioden mit einander zu vergleichen, und zu untersuchen, durch welche Charaktere sie unterschieden sind.

Aus der am Schlusse dieser Abhandlung beigefügten Tafel lernt man die Pflanzen kennen, welche bis jetzt in den verschiedenen, zu einer und derselben Vegetationsperiode gehörenden, Formationen angetroffen worden sind. Diese Pflanzen sind mit aller der Genauigkeit, welche der Zustand ihrer Erhaltung gestattet hat, nach den Gat-

tungen, Familien und Klassen, welchen sie angehört haben müssen, geordnet, und wir werden nun die aus ihrer Untersuchung hervorgehenden Hauptresultate kennen lehren.

In der ersten Periode, welche dem Steinkohlengebirge entspricht, erblicken wir von den sechs Klassen, die wir für das Pflanzenreich angenommen haben, nur zwei, nämlich die Gefäfs-Kryptogamen, welche die Farrenkräuter, Equiseten, Lycopoden u. s. w. umfassen, und die Monocotyledonen, zu denen hier eine geringe Zahl von Pflanzen gehört, die den Palmen und baumartigen Liliaceen analog zu seyn scheinen *).

Aufserdem bleiben ungefähr zwanzig Pflanzen übrig, deren Stellung noch ungewifs ist.

Wir finden demnach in dieser Epoche keine *deutliche* Spur, weder von Dicotyledonen, noch von Coniferen, noch von Cycadeen. Die Klasse, welche fast alleinig diese ganze Flora ausmacht, ist die der Gefäfs-Kryptogamen; denn von 260 Arten, die in diesen Gebirgen entdeckt worden sind, gehören 220 allein zu dieser Klasse.

Wiewohl diese Pflanzen aber zuverlässig zu den Familien der Equiseten, Farnkräutern und Lycopoden gehören, so sind sie doch von den Arten und selbst von den Gattungen der heutigen Vegetation durch mehrere Punkte in ihrer Organisation und vor allem durch ihren riesenhaften Wuchs verschieden. Alle von mir seit einigen Jahren angestellten Untersuchungen bestätigen die Beziehungen, welche ich zwischen den Calamiten und Equiseten, zwischen den Sigillarien und den Stämmen der baumartigen Farnkräuter, zwischen den Lepidodendrons und den Lycopodiaceen aufgestellt habe,

*) Wir beschäftigen uns in dieser Abhandlung nur mit den Landpflanzen, und sehen von den Meerespflanzen ab, die zu einer ganz andern Ordnung der Vegetation gehören.

und alle Gelehrte, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigen, scheinen diese Meinung zu theilen.

So finden sich in dieser Epoche Equiseta von mehr als 10 Fufs Höhe und 5 bis 6 Zoll Durchmesser, Farnkräuter in Bäumen von 40 bis 50 Fufs Länge, und baumartige Lycopodiaceen von 60 bis 70 Fufs Höhe.

Die wesentlichen Charaktere dieser ersten Vegetation des Erdkörpers bestehen also in der überwiegenden Zahl der Gefäfs-Kryptogamen und in der bedeutenden Entwicklung dieser Pflanzen.

Die zweite Vegetationsperiode, welche die Pflanzen begreift, deren Ueberreste der bunte Sandstein einschliefst, sind noch sehr wenig bekannt. Die Landpflanzen, zwanzig an der Zahl, welche in diesem Gebirge gefunden werden, sind von denen der älteren und neueren Gebirge ganz verschieden, und zeigen offenbar eine dieser Epoche eigenthümliche Vegetation an. Die Zahlenverhältnisse der verschiedenen Klassen sind, so weit sich aus einer so geringen Zahl von Arten schliefsen läfst, ebenfalls sehr verschieden. So scheinen die Kryptogamen an Zahl und Gröfse geringer zu seyn, und nur die Hälfte dieser Flora auszumachen. Vier oder fünf Pflanzen gehören zu einer besonderen Gattung der Familie der Coniferen, aber es scheint noch keine Cycadee in dieser Epoche vorhanden zu seyn. Endlich wird diese Flora durch einige sonderbare Monocotyledonen vervollständigt, die aber schwierig auf lebende Species zu beziehen sind.

Man sieht demnach, dafs von den vier Pflanzenklassen, welche wir, abgesehen von den Agamen und Zellen-Kryptogamen, besonders betrachten, sich drei in dieser Epoche zeigen, während in der vorhergehenden nur zwei vorhanden waren. Die Dicotyledonen fehlen noch gänzlich.

Die Flora der dritten Vegetationsperiode ist uns weit vollständiger bekannt. Nicht weniger als siebenzig Species sind in den zwischen dem Muschelkalk und der Kreide liegenden Formationen entdeckt worden, und diese

Species, indem sie ganz verschieden von denen der älteren Gebirge sind, geben, durch ihre Natur und ihre numerischen Verhältnisse, der Vegetation dieser Epoche ganz eigenthümliche Charaktere.

Dennoch gehören diese siebenzig Pflanzenarten nur zu drei der grofsen Klassen des Pflanzenreichs, und zwar zu denselben, welche in der vorhergehenden Periode vorkommen; aber die Arten, die Gattungen, und selbst die Familien sind andere. So erscheinen hier zum ersten Male die Cycadeen, und sie halten sich, mit einigen Abänderungen in ihrer Form, bis zu dem Ende dieser Periode, deren wesentliches Kennzeichen sie abgeben. Diese Familie und die der Coniferen, welche vereinigt, nach unserer Ansicht, eine besondere Klasse bilden, machen gegenwärtig kaum drei Hundertel der lebenden Pflanzen aus; dagegen machen sie allein von der Flora jener Vegetationsperiode die Hälfte aus, und von 35 Gattungen dieser Klasse, welche man bisher in diesen Formationen beobachtet hat, gehören 29 zu den Cycadeen. Diese Familie ist also zu einer Zeit, worin die Flora der Erde so ärmlich und einförmig erscheint, zahlreicher gewesen wie jetzt, wo man mehr als funfzig Tausend lebende Pflanzen kennt.

Der Rest der Flora dieser dritten Epoche wird fast gänzlich aus Gefäfs-Kryptogamen, wie Farnkräutern, Equiseten und Lycopoden, gebildet. Und folglich besteht der wesentliche Charakter der Vegetation dieser Periode darin, dafs die Cycadeen sehr an Zahl überwiegen, und dafs sämmtliche Pflanzen fast zu gleichen Theilen in zwei Classen zerfallen, in die der Gefäfs-Kryptogamen und die der nacktsamigen Phanerogamen.

Von Monocotyledonen finden sich nur sehr selten Spuren, und nichts zeigt noch das Daseyn von Dicotyledonen an.

Durch die Anwesenheit der Dicotyledonen und das numerische Uebergewicht, welches sie, so wie sie er-

scheinen, über die andern Pflanzen erlangen, wird die vierte Vegetationsperiode charakterisirt; sie entspricht den Formationen, welche man mit dem Namen der Tertiärformationen bezeichnet, und welche denen im Becken von Paris analog sind.

In dieser Epoche scheint das Verhältnifs der verschiedenen Klassen von Pflanzen sehr nahe dasselbe gewesen zu seyn, wie das auf der gegenwärtigen Oberfläche der Erde. Die Dicotyledonen sind zu wenigstens vier oder fünf Mal zahlreicher als die Monocotyledonen; und die Zahl der übrigen Klassen scheint durch die besonderen Umstände, unter denen sich diese Formationen gebildet haben, verringert worden zu seyn. So findet man nur einige Spuren von Farnkräutern, Equiseten und Moosen; und die Agamen werden nur durch verschiedene Species von Meerespflanzen vertreten. Die Pflanzen dieser Periode scheinen sich im Allgemeinen auf noch lebende Gattungen zu beziehen; und die Unterschiede in den Species, obgleich fast immer merklich, wenn man die fossilen Pflanzen sorgfältig mit den lebenden Arten der nämlichen Gattungen vergleicht, sind oft sehr gering.

Zufolge unserer Definition von dem, was wir Vegetationsperiode nennen, kann man sagen, dafs die Vegetation, welche die Erde zur Zeit der Ablagerung der Tertiärformationen bedeckte, mit der gegenwärtig auf der Erde wachsenden zu einer und derselben Periode gehört habe.

Man sieht, dafs die Art, wie wir die wesentlichen Charaktere der zu den verschiedenen Bildungsepochen der Erdkruste vorhandenen Vegetation betrachten, fast ganz gegen die Fehler geschützt ist, die man in den Einzelnheiten bei einer noch in der Kindheit befindlichen Wissenschaft unmöglich vermeiden kann. Genauere Beobachtungen oder neue Entdeckungen werden vielleicht in den älteren Formationen noch einige Pflanzen dieser oder jener von uns darin erkannten Klasse, oder gar einige Species

von einer Klasse, die uns in dieser Epoche zu fehlen schien, kennen lehren; allein die wesentlichen Beziehungen dieser Klassen zu einander werden nur sehr wenig abgeändert werden. So wird man vielleicht beweisen, dafs gewisse noch wenig bekannte Gattungen im Steinkohlengebirge wahre Dicotyledonen sind, aber dennoch werden die Gefäfs-Kryptogamen bei weitem die zahlreichsten Pflanzen in der ersten Vegetationsperiode seyn. Man wird vielleicht in dem Lias oder Jurakalk einige wahrhafte Dicotyledonen-Blätter entdecken; aber diese, nothwendigerweise sehr seltenen, Arten werden nicht die wesentlichen Verhältnisse zwischen der Zahl der Arten der anderen Klassen verändern, und die nacktsamigen Phanerogamen, besonders die Cycadeen, werden darum nicht weniger charakteristische Pflanzen für diese Epoche bleiben. Welche Entdeckungen demnach auch in Zukunft gemacht werden mögen; so kann man doch mit aller der in Erfahrungswissenschaften möglichen Gewifsheit behaupten, dafs die wesentlichen Charaktere der vier von uns nachgewiesenen Perioden nur wenig abgeändert werden, und dafs diese Perioden an sich immer wohl unterschieden bleiben.

Die aufserordentlich überwiegende Zahl der Gefäfs-Kryptogamen, d. h. der Farnkräuter, Equiseten und Lycopoden, und die grofse Entwicklung dieser Pflanzen, sind die wesentlichen Charaktere der ersten Periode.

Die numerische Gleichheit der Gefäfs-Kryptogamen, der, durch die Coniferen vertretenen, nacktsamigen Phanerogamen und der Monocotyledonen, so wie die geringe Entwicklung der zur ersten dieser Klassen gehörenden Pflanzen sind die wesentlichen Charaktere der zweiten Periode.

Die dritte Periode ist durch das Vorwalten der nacktsamigen Phanerogamen und besonders der Cycadeen bezeichnet; die Gefäfs-Kryptogamen nehmen hier den zweiten Rang ein, und darauf kommen einige wenige Monocotyledonen.

Endlich bietet uns die vierte Periode Pflanzen von allen noch jetzt vorhandenen Klassen dar, unter welchen, wie heute, die Dicotyledonen bei weitem die zahlreichsten sind; darauf kommen die Monocotyledonen, die nacktsamigen Phanerogamen und zuletzt die Kryptogamen und Agamen.

Wir sehen also, dafs die Land-Vegetation, indem sie anfangs nur zwei, darauf drei und späterhin fünf Hauptklassen umschlofs, mit der Zeit immer mannigfaltiger geworden ist, dafs im Pflanzenreich, wie im Thierreich, diejenigen Wesen, welche wir nach aller Wahrscheinlichkeit als die einfachsten betrachten, sich zuerst gebildet haben, und dafs zu diesen erst nach und nach die zusammengesetzteren, und eben deshalb von uns für vollkommner gehaltenen, Wesen hinzugetreten sind.

Diefs sind die positiven Resultate, zu welchen man, unabhängig von aller Hypothese oder vorgefafster Theorie, durch das vergleichende Studium der fossilen Pflanzen geführt wird.

Einem Botaniker fällt es nicht schwer, aus dem Herbarium, welches in einer ihm unbekannten Gegend der Erde gesammelt worden ist, zu bestimmen, unter welchem Klima diese Pflanzen gewachsen sind; sollte es uns nicht eben so möglich seyn, aus der Natur der zu den verschiedenen Bildungsperioden der Erde vorhanden gewesenen Floren einige der Umstände zu bestimmen, welche die Entwicklung dieser Pflanzen bedingt haben?

Ich glaube, dafs man durch einen sorgfältigen Vergleich der Pflanzen jener Perioden mit denen, welche gegenwärtig in den verschiedenen Regionen der Erde wachsen, wenn auch nicht zu gewissen, doch wenigstens zu sehr wahrscheinlichen Resultaten in dieser Beziehung gelangen kann.

Vergleichen wir in dieser Hinsicht zunächst die Flora der ersten Periode, jene deren Ueberreste die Steinkohlenschichten, diese grofsen Niederlagen von Brennmate-

rial, welche ihres Nutzens wegen in so vielen Ländern aufgesucht und bebaut werden, gebildet haben; ihre Verhältnisse und fossilen Pflanzen sind aus diesem Grunde besser bekannt, als die irgend einer andern Epoche. Die Bemerkungen, welche uns das Studium dieser Flora darbietet, beruhen bis jetzt nur auf den in Europa und Nordamerika gesammelten Fossilien; allein die wenigen Pflanzen aus derselben Periode, die man in andern Theilen der Welt gesammelt hat, scheinen, durch ihre Uebereinstimmung mit denen unserer Gegenden, zu denselben Folgerungen zu führen.

Schon seit langer Zeit hat man beobachtet, dafs die Pflanzen dieser Formationen sich im Allgemeinen denen der heifsesten Theile unserer Erde mehr nähern, als denen der gemäfsigten Regionen. Allein gegenwärtig, wo die fossilen Pflanzen dieser Periode besser bekannt sind, und ihre Analogie mit den lebenden Pflanzen durch ein gründlicheres Studium erwiesen ist, kann man den Beziehungen mit den Pflanzen der Aequatorialregionen eine festere Grundlage geben.

Alle Pflanzen aus der Klasse der Gefäfs-Kryptogamen, zu welcher die meisten dieser Periode gehören, erreichen eine um so beträchtlichere Gröfse, als das Klima, in welchem sie wachsen, heifser ist. Wenigstens findet man in kalten Ländern nur sehr kleine Species von den Pflanzen dieser Klasse; während man in den tropischen Regionen, aufser den kleinen Species, eine Menge Arten von weit ansehnlicherer Gröfse antrifft. So kriechen die Farnkräuter der kalten und gemäfsigten Zonen sämmtlich auf dem Boden hin oder erheben sich von ihm nur um einige Zoll, während die der Aequatorialregionen oft eine Höhe von 10, 15 und 20 Fufs erreichen. Die kleinsten aller bekannten Species von Equiseten sind die aus Lappland und Kanada; die gröfsten wachsen auf den Antillen und im mittäglichen Amerika. Die Lycopoden unserer Regionen erheben sich nie über 5 bis 6 Zoll; die

zwischen den Tropen wachsenden haben aber oft eine drei- oder vierfache Höhe.

Die noch weit beträchtlichere Gröſse derjenigen Farnkräuter, Lycopodiaceen und Equisetaceen, welche im Steinkohlengebirge vergraben sind, muſs uns dennoch vermuthen lassen, daſs in dieser Periode alle, die Entwicklung dieser Pflanze begünstigenden, Umstände ihre höchste Stufe erreicht hatten. Wärme und Feuchtigkeit sind die hauptsächlichsten derselben, und daher kann man die Annahme nicht unterdrücken, daſs die Temperatur der Erdoberfläche in dieser Periode wenigstens eben so groſs und vielleicht noch gröſser war als die der heiſsesten Theile unserer Erdkugel. Ueberdieſs steht diese Folgerung mit der Meinung der Mehrzahl unserer heutigen Geologen, und mit den Beobachtungen und Theorien der berühmtesten Physiker und Mathematiker im vollkommsten Einklange.

Der zweite merkwürdigste Charakter der Flora dieser Periode besteht in dem Zahlenverhältnisse der zu den verschiedenen Klassen gehörigen Pflanzen, dem zufolge die Gefäſs-Kryptogamen, die gegenwärtig höchstens ein Dreiſsigstel der bekannten Pflanzen ausmachen, damals mehr als neun Zehntel der gesammten Vegetation ausmachten.

Zwischen der ursprünglichen und gegenwärtigen Flora unserer Erdkugel findet also nicht die mindeste Aehnlichkeit statt; sollte es aber nicht einige Theile der Erde, einige besondere Regionen, geben, welche sich, ohne uns gerade genau dieselben Verhältnisse zwischen den verschiedenen Klassen des Pflanzenreichs zu zeigen, in dieser Beziehung mehr jener ältern Flora nähern?

Wirklich geht dieſs aus dem Studium der Vertheilung der Pflanzenformen auf der Erdoberfläche hervor. Die Farnkräuter und die ihnen nahe stehenden Familien scheinen nach den Beobachtungen des Hrn. R. Brown und des Hrn. d'Urville, in ihrer Vertheilung auf der

Erd-

Erdoberfläche hauptsächlich durch zwei Ursachen bedingt worden zu seyn. Die eine besteht in der Höhe der Temperatur, die andere, wie es scheint, in dem Einfluſs der feuchten Luft und der gleichförmigen Temperatur des Meeres.

Es geht daraus hervor, daſs diese Pflanzen, bei in letzterer Beziehung gleich stark begünstigter Oertlichkeit, sich häufiger in der Aequatorialzone als in den kalten Zonen finden, daſs sie aber auch in einer und derselben Zone häufiger sind auf den Inseln, als auf den Continenten. Wir könnten viele Beispiele zur Stütze dieses Ausspruchs anführen, allein dieſs würde uns zu weit von dem eigentlichen Gegenstand unserer Abhandlung entfernen. Wir bemerken nur, daſs diese Pflanzen, in den für ihre Entwicklung am meisten begünstigten Theilen des Continents vom gemäſsigten Europa, sich zu den Phanerogamen wie 1:40 verhalten; während Hr. R. Brown dieſs Verhältniſs für die Continentalregionen der heiſsen Zone, unter denselben Umständen, auf 1:20, und für die weniger günstigen Fälle, auf 1:26 festsetzt.

Weit gröſser wird dieſs Verhältniſs, unter der nämlichen Breite, auf den Inseln. So verhalten sich auf den Antillen die Farnkräuter zu den Phanerogamen beinahe wie 1:10, dagegen auf den begünstigten Theilen des Festlandes von Amerika aber wie 1:20. Auf den Inseln der Südsee wird dieses Verhältniſs, statt, wie auf dem Continente von Indien und dem tropischen Neuholland, 1:26 zu seyn, gar 1:4 oder 1:3. Auf St. Helena und Tristan d'Acunha wird das Verhältniſs dieser beiden Pflanzenklassen wie 2:3. Und endlich scheint auf der Insel Ascension, unter den wirklich einheimischen Pflanzen, fast eine völlige Gleichheit zwischen den Phanerogamen und Gefäſs-Kryptogamen zu bestehen. Aus diesen Beispielen sieht man, daſs je kleiner und entfernter von groſsen Continenten die Inseln sind, desto beträchtlicher auch das Verhältniſs der Farnkräuter

und der ihnen nahe stehenden Familien zur Gesammtheit der übrigen Pflanzen wird. Und man begreift, dafs, wenn solche Inseln, einzeln mitten in einem ungeheuren Meere lägen oder dieselben, ohne dafs irgend ein grofses Continent vorhanden wäre, nur zerstreute Punkte oder kleine Archipele bildeten, wir dann die Gefäfs-Kryptogamen weit über die Phanerogamen vorwalten sehen würden. Diefs hat nun zur Zeit der Bildung des Steinkohlengebirges wirklich stattgefunden, und diese pflanzengeographischen Betrachtungen müssen uns also auf den Gedanken bringen, dafs die Gewächse, durch welche diese Niederlagen entstanden sind, auf Archipelen kleiner Inseln wuchsen, zu einer Zeit, wo noch kein grofses Festland sich über den Meeresspiegel erhoben hatte.

Der Umstand, dafs die Steinkohlenformationen oft Züge von Mulden bilden, welche man Becken genannt, und mit einer Folge von Seen oder mit Thälern verglichen hat, ist wenigstens auch der Stellung der Inseln analog, welche, indem sie die Kämme submariner Gebirge darstellen, gewöhnlich auch in Reihen geordnet sind. Endlich scheint uns die Zerstückelung des Steinkohlengebirges, und dahin wieder seine grofse und ausdauernde Erstreckung auf grofsen Räumen von Uebergangskalk, den man als einen Niederschlag, gebildet in dem diese Inseln umgebenden Meere, betrachten kann, diese Hypothese zu bestätigen.

Graf von Sternberg und Hr. Boué sind, alleinig durch geologische Betrachtungen, ebenfalls zu der Annahme geführt worden, dafs zur Zeit der Bildung des Steinkohlengebirges die Continente von geringerer, und die Meere von gröfserer Ausdehnung waren, als gegenwärtig. Die pflanzengeographischen Betrachtungen, welche wir aus einander gesetzt haben, scheinen dieser Annahme eine noch gröfsere Wahrscheinlichkeit zu geben.

Geologie und Botanik scheinen uns also darin übereinzukommen, dafs in jener Epoche nur Inseln von ge-

ringer Gröfse, als Archipele mitten im ungeheuren Meere liegend, den über die Gewässer erhobenen Theil der Erde gebildet haben.

Auf diesen Inseln wuchsen die Pflanzen, deren Trümmer zur Entstehung der Steinkohlenschichten Anlafs gaben, und von denen wir noch einige unverletzte Ueberreste in dem diese Schichten begleitenden Gesteine vorfinden. Was die Bildungsweise dieser Schichten betrifft, so gehört sie in mancher Rücksicht mehr in das Gebiet der Geologie, als in das der Botanik der Vorwelt. Dennoch kann ich nicht umhin, über dieselbe Einiges zu sagen; denn in gewisser Beziehung ist sie wahrscheinlich mit der Art, wie diese Pflanzen auf der Bodenfläche wuchsen, verknüpft.

Die Geologen haben sich über den Ursprung der Steinkohlen ziemlich abweichende Ansichten gebildet, und um nur von denen zu reden, welche sie, was uns gegenwärtig allein zulässig scheint, den damals auf der Erde wachsenden Pflanzen zuschreiben, so halten einige die Steinkohlenlager für eine Art von mehr oder weniger ausgedehnten Torfmooren, welche aus Pflanzenüberresten entstanden seyen, und später noch andere Pflanzen getragen haben; während andere dagegen annehmen, die Schichten hätten sich durch eine Ablagerung von zersetzten Pflanzenstoffen gebildet, die anfangs in Meerwasser schwebend erhalten, und späterhin auf dem Boden desselben abgesetzt worden wären.

Die erstere Hypothese, welche man dem berühmten de Luc verdankt, scheint mir die allgemeine Beschaffenheit der Steinkohlenlager und mehrere merkwürdige Umstände bei denselben, wie z. B. das ziemlich häufige Vorkommen von Baumstämmen, in senkrechter Stellung auf den Schichten, in derselben Richtung, welche sie lebend eingenommen haben müssen, in mancher Hinsicht besser zu erklären. Die andere Hypothese, welche in verschiedenen Zeiten von den HH. v. Sternberg, Boué und

Constant Prévost aufrecht gehalten worden ist, erklärt möglicherweise leichter das Abwechseln der Steinkohlenflötze mit andern geschichteten Gebirgsarten; allein sie scheint mir unverträglich mit mehreren andern Verhältnissen bei den Steinkohlengebirgen zu seyn.

Der ersten Hypothese, welche wir für die wahrscheinlichste halten, kann man den Einwurf machen, daſs wir gegenwärtig noch keine Torfmoore kennen, die ganz oder fast gänzlich aus Farnkräutern und ähnlichen Pflanzen bestehen. Allein die Umstände, unter denen damals diese Pflanzen wuchsen, waren sehr verschieden von den gegenwärtig bestehenden, und es ist wahrscheinlich, daſs mehrere jener Umstände die Bildung solcher Torfmoore zu erleichtern geeignet waren. Ueberdieſs weiſs man mit Bestimmtheit, daſs mehrere Pflanzen dieser Familien in groſser Menge auf solchen Mooren angetroffen werden; wie denn die Equiseten, die Osmunda regalis, mehrere Aspidia, mehrere Lycopoden gewöhnlich in unsern Torfmooren wachsen. Endlich zweifeln wir kaum daran, daſs unsere Atmosphäre in jener frühern Zeit eine ganz andere Zusammensetzung als heut zu Tage besessen habe, und daſs diese Verschiedenheit von mächtigem Einfluſs auf die Bildung der Schichten dieses Brennmaterials gewesen sey. Wir werden weiterhin auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Fassen wir nochmals zusammen, was wir über die Natur der damaligen Vegetation und über die Data, welche sie für die physische Beschaffenheit unserer Erde liefert, so eben gesagt haben. Wir sehen, daſs das Pflanzenreich, fast einzig aus gigantischen Gefäſs-Kryptogamen bestehend, auf das Daseyn einer Temperatur in jener Epoche deutet, welche die unserer Klimate weit übertraf, und vielleicht höher war, als die in den heiſsesten Regionen der Erde. Die nämliche Beschaffenheit der Pflanzen scheint ferner zu beweisen, daſs unsere Erde fast gänzlich vom Meere bedeckt war, aus welchem sich

einige Inseln erhoben, deren Pflanzen nach ihrem Absterben eine Art von Torfmooren bildeten, und dafs diese, indem sie entweder, wie De Luc meinte, in's Meer hinabglitten, oder in Folge von Umständen, deren Untersuchung nicht hieher gehört, durch verschiedenartige Gesteinschichten bedeckt wurden, zur Entstehung der Steinkohlenniederlagen Veranlassung gaben.

Ueber die Vegetation der späteren Perioden haben wir bei weitem so viele Angaben nicht; denn die im bunten Sandstein entdeckten Pflanzenüberreste sind an Zahl zu gering, als dafs sie eine Folgerung auf den Zustand der Erde in dieser Epoche erlaubten. Aus dem Vorkommen eines baumartigen Farnkrautes in diesem Gebirge können wir nur schliefsen, dafs auch in dieser Epoche die Temperatur noch weit höher war wie gegenwärtig in unseren Klimaten, und dafs sie wahrscheinlich der in den Tropenzonen gleich kam.

In der dritten Periode hat die Vegetation einen eigenthümlicheren Charakter angenommen; sie besteht, aufser einigen Farnkräutern und Coniferen, fast gänzlich aus Cycadeen. Diese Vegetation, obwohl sehr verschieden von der irgend eines Punktes unserer Erde, nähert sich indefs besonders der Flora der Küsten und der grofsen Inseln der Aequatorialzone; denn die Cycadeen wachsen hauptsächlich auf den Antillen, an der Küste von Brasilien, am Cap der guten Hoffnung, auf den Molucken, in Japan und auf den Küsten von Neuholland. Es sind also Pflanzen der heifsen, den Tropen nahe liegenden, Klimate, und der Länder, die dem Einflufs der Meeresluft und Meerestemperatur unterworfen sind. Die Farnkräuter sind, wie schon gesagt, in demselben Falle in noch höherem Grade. Man kann also aus diesen Thatsachen schliefsen, dafs die Vegetation dieser Epoche hat auf ziemlich ausgedehnten Inseln wachsen müssen; doch lege ich keine grofse Wichtigkeit auf diesen Schlufs, da die Beschaffenheit der Vegetation in dieser Periode noch zu

unvollständig bekannt ist. Die einzige Betrachtung, welche ihm einige Wahrscheinlichkeit giebt, besteht darin, dafs die Flora, welche uns zu diesem Resultat geführt hat, einer zwischen der Insular-Flora der ersten und der Continental-Flora der vierten Periode liegenden Vegetation entspricht.

Die Flora dieser letzten Periode zeigt in der That alle Charaktere der Vegetation von grofsen Continenten und gemäfsigten oder das mittlere Europa nur wenig an Wärme übertreffenden Klimaten. Sie ist im Allgemeinen der von Europa und dem nördlichen Amerika analog, und zeigt nur eine geringe Zahl von Pflanzen, die denen der heifseren Regionen ähnlich sind, d. h. nur einige Palmen und andere baumartige Monocotyledonen; doch haben in dieser Epoche schon einige örtliche Einflüsse, abhängig von geringen Unterschieden in der Breite, Höhe oder Lage, sehr merkliche Verschiedenheiten unter den Local-Floren, deren Ueberreste wir an verschiedenen Orten antreffen, herbeigeführt. So scheint die Gesammtheit dieser Pflanzen zuweilen eine Flora, wie die der Wälder des nördlichen Europa's oder Amerika's anzudeuten; während dagegen ein andermal Pflanzen, wie die der heifsesten und offensten Gegenden, sich an einem Orte beisammen finden.

Es bleiben also noch die einzelnen Thatsachen in Bezug auf die Vertheilung der Pflanzen in den verschiedenen Schichten und an den verschiedenen Orten der Tertiärformationen zu erörtern übrig. Allein die Gesammtheit dieser Pflanzen zeigt uns eine Flora, die fast in jeder Hinsicht der gegenwärtigen unserer Erde ähnlich ist, und wir können daraus mit vieler Wahrscheinlichkeit schliefsen, dafs die Ausdehnung der Continente, die Temperatur und die Beschaffenheit der Atmosphäre nur wenig von ihrem heutigen Zustande verschieden waren. Ich bin indefs weit entfernt zu behaupten, dafs sich Alles so wie jetzt befand; diesem wird durch die Geologie und Zoologie völlig widersprochen.

So waren die Continente sicher weniger ausgedehnt wie heut zu Tage, da die Meeres-Niederschläge dieser Epoche zeigen, dafs sie zum Theil vom Ocean bedeckt wurden; auch war die Temperatur muthmafslich höher, da die Natur der Thiere aus dieser Periode auf ein wärmeres Klima hindeutet. Allein die allgemeinen Charaktere der Vegetation waren dieselben wie heute; damals wie noch jetzt fanden sich dieselben Classen in denselben Verhältnissen, dieselben Gattungen und oft nahestehende Arten. Man kann also sagen, dafs das Pflanzenreich schon die heutigen Formen angenommen, und eine analoge Art von Vertheilung erhalten hatte.

Das Studium der, wenn ich mich so ausdrücken darf, Metamorphosen des Pflanzenreichs während der Bildung der Erdkruste scheint also darauf hinzudeuten, dafs, vom Beginn der Vegetation auf der Erde bis zur gegenwärtigen Zeit, die Temperatur und die Gröfse der Meere fortdauernd abgenommen haben.

Der Vergleich der successiven Entwicklung der Pflanzen und Thiere ist keiner der unwichtigsten Punkte im Studium der fossilen Organismen.

In der That ist es bekannt, dafs sich in den älteren Formationen, oder in denen von gleichem Alter mit dem Steinkohlengebirge, keine Ueberreste von Landthieren vorfinden; während die Vegetation in dieser Epoche schon eine grofse Entwicklung erlangt hatte und aus Pflanzen bestand, eben so merkwürdig durch ihre Formen wie durch ihren riesenhaften Wuchs.

Späterhin verliert die Vegetation zum grofsen Theil diese sonderbare Entwicklung, und die kaltblütigen Wirbelthiere werden zahlreicher. Diefs ist der Charakter unserer dritten Periode.

Noch später endlich werden die Pflanzen mannigfaltiger und vollkommner; aber die analogen von denen, welche früher vorhanden waren, sind von weit kleinerem Wuchse. Diefs ist die Epoche des Erscheinens der ganz

vollkommnen Thiere, der Thiere mit Lungen, der Säugethiere und Vögel.

Sollte man nicht eine Ursache auffinden können, welche auf eine natürliche Weise zu erklären vermöchte, warum diese Entwicklung und kraftvolle Vegetation der Pflanzen mit Luftrespiration seit den frühesten Zeiten der Bildung unserer Erde statt hatte, und weshalb dagegen die warmblütigen Thiere oder die, deren Athmungsprocefs lebhafter ist, erst in den beiden letzten Bildungsperioden zum Vorschein kamen? Könnte nicht diese Verschiedenheit in der Zeit des Auftretens beider Klassen von Geschöpfen von einer Verschiedenheit in ihrer Athmungsweise und von Umständen in der Beschaffenheit der Atmosphäre, welche die Entwicklung der einen begünstigten und die der andern hemmten, abhängig gewesen seyn?

Unter welcher Form mag sich wohl zur Erschaffungszeit der organischen Wesen der Kohlenstoff befunden haben, welcher in der Folge von diesen absorbirt wurde, und jetzt entweder mit ihren Ueberresten im Schoofs der Erde begraben liegt, oder noch in allen die Erde bewohnenden organischen Geschöpfen verbreitet ist?

Es ist klar, dafs die Thiere weder aus der Atmosphäre noch aus dem Boden, sondern nur durch ihre Nahrung, Kohlenstoff zu sich genommen haben können; blofs die Pflanzen sind im Stande den zu ihrem Wachsthum erforderlichen und, durch ihre Vermittelung, späterhin zur Ernährung der Thiere dienenden Kohlenstoff aus einer unorganischen Substanz aufzunehmen.

Wäre der Kohlenstoff im starren Zustande vorhanden gewesen, so würde nicht zu begreifen seyn, wie die Pflanzen sich denselben angeeignet haben könnten; und überdiefs kennt man in den Gebirgen, die älter als die pflanzenführenden sind, kaum einige Spuren von Kohlenstoff.

Es mufs also der Kohlenstoff, den die Pflanzen der ursprünglichen und der später folgenden Vegetationen

verbrauchten, unter einer zu ihrer Ernährung geeigneten Form vorhanden gewesen seyn. Nun kennen wir aufser der Ulmine und dem Humus, welche uns, da sie beide aus der Zersetzung anderer Pflanzen hervorgehen, im Kreise herumführen würden, nur eine Form, die Kohlensäure, welche, unter dem Einflusse des Sonnenlichts durch die Blätter der Pflanzen zersetzt, ihren Kohlenstoff an die Pflanzen abtritt und so deren Wachsthum vermittelt.

Es scheint mir daher unmöglich anzunehmen, dafs die Pflanzen irgend wo anders her, als aus der Atmospäre und zunächst aus der Kohlensäure, den Kohlenstoff genommen haben sollten, welcher sich nicht nur in den lebenden Pflanzen und Thieren befindet, sondern auch, nachdem er zu ihrer Ernährung gedient hat, als Steinkohle, Braunkohle oder Bitumen in den verschiedenen Formationen der Flötz- und Tertiärgebirgen abgelagert worden ist. Nimmt man nun an, dafs all dieser Kohlenstoff vor der Erschaffung der organischen Wesen als Kohlensäure in der Atmosphäre verbreitet gewesen sey; so sieht man, dafs die Atmosphäre, statt wie gegenwärtig weniger als ein Tausendstel an Kohlensäure einzuschliefsen, damals eine zwar nicht genau zu berechnende, doch aber vielleicht 3, 4, 5, 6 oder gar 8 Procent betragende Menge von dieser Säure enthalten haben mufs.

Durch die Untersuchungen des Hrn. Theodor de Saussure weifs man mit Bestimmtheit, dafs ein solches Verhältnifs von Kohlensäure der Vegetation keinesweges schädlich, vielmehr sehr günstig ist, sobald die Pflanzen nur dem Sonnenlicht ausgesetzt sind. Diese sehr wahrscheinliche Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Atmosphäre kann also als eine der mächtigsten Ursachen, welche auf die so thätige und merkwürdige Vegetation unserer ersten Periode eingewirkt hat, angesehen werden.

Dagegen aber hat derselbe Umstand für die Zersetzung der abgestorbenen Pflanzen und deren Verwandlung in Humus sehr hinderlich gewesen seyn müssen; denn diese

Art von Zersetzung beruht wesentlich darauf, dafs dem Holze ein Theil seines Kohlenstoffs durch den Sauerstoff der Luft entzogen wird; und wenn die Atmosphäre weniger Sauerstoff und mehr Kohlenstoff enthielt, hat diese Zersetzung ohne allen Zweifel schwieriger und langsamer vor sich gehen müssen. Daher die Anhäufung dieser Pflanzenüberreste in eine Art von Torfmooren, selbst unter Umständen und von Pflanzen, die, beim gegenwärtigen Zustande der Atmosphäre, zu keiner Bildung eines ähnlichen Brennmaterials Veranlassung geben würden.

Andrerseits hat diese, dem Wachsthum und der Erhaltung der Pflanzen so günstige, Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Atmosphäre ein Hindernifs für das Leben der Thiere seyn müssen, besonders für das der warmblütigen, deren so thätige Respiration eine reinere Luft erfordert; auch scheint während dieser ersten Periode nicht ein einziges Thier mit Luftrespiration gelebt zu haben.

Während dieser Epoche wurde die Atmosphäre von einem Theile ihres überschüssigen Kohlenstoffs durch die damals auf der Erde wachsenden Pflanzen befreit: sie eigneten sich denselben an und begruben ihn, als Steinkohle, in den Schoofs der Erde. Erst nach dieser Epoche, während unserer zweiten und dritten Periode, kommt die Mannigfaltigkeit jener monströsen Reptilien zum Vorschein, welche vermöge ihrer Respirationsorgane in einer weit unreineren Luft als die warmblütigen Thiere haben leben können, und welche in der That diesen auf der Erdoberfläche vorangegangen sind.

Die Pflanzen fuhren fort der Luft einen Theil ihres Kohlenstoffs zu entziehen, und sie auf diese Weise mit jedem Tage mehr zu reinigen; aber erst nach dem Auftreten einer ganz neuen Vegetation, welche, reich an grofsen Bäumen und die Quelle der vielen Braunkohlenlager, die Erde in ungeheuren Wäldern bedeckt zu haben scheint, zeigt sich zum ersten Male eine grofse Zahl von

Säugethieren, welche in Bezug auf die wesentlichen Punkte ihrer Organisation den jetzt noch lebenden analog sind *).

Man darf also wohl voraussetzen, dafs unsere Atmosphäre hiedurch zu demjenigen Grad von Reinheit gelangt sey, welcher allein für die thätigere Respiration der warmblütigen Thiere zuträglich und in gleichem Grade für die Entwicklung der Pflanzen und Thiere günstig seyn kann; während die gleichzeitige Existenz dieser beiden Ordnungen von Geschöpfen und der entgegengesetzte Einflufs ihrer Respiration gegenwärtig unsere Atmosphäre in einem Zustande von Stabilität erhalten, worin einer der merkwürdigsten Charaktere der heutigen Periode liegt.

Tafel über die Anzahl der in den vier Vegetationsperioden vorkommenden Arten von jeder Gattung und jeder Familie.

	Erste Periode.	Zweite Periode.	Dritte Periode.	Vierte Periode.
Klasse I. Agamae.				
Confervae.				
Confervites . . .	—	—	2	1
Algae.				
Fucoides . . .	4	5	16	12
Klasse II. Cryptogam. cellular.				
Musci.				
Muscites . . .	—	—	—	2
Klasse III. Cryptogam. vascular.				
Equisetaceae.				
Equisetum . . .	2	—	2	1
Calamites . . .	14	3	—	—
Filiceae.				
Pachypteris . .	—	—	2	—
Sphenopteris . .	21	2	6	—

*) Ich übergehe bei dieser allgemeinen Schilderung die einzige Ausnahme hievon, das Vorkommen eines Säugethieres (bekanntlich eine Didelphis-Art. *P.*) von Stonesfield in den Schichten unter der Kreide.

	Erste Periode.	Zweite Periode.	Dritte Periode.	Vierte Periode.
Cyclopteris . .	3	—	—	—
Nevropteris . .	12	2	1	—
Glossopteris . .	1	—	1	—
Pecopteris . . .	46	—	12	—
Lonchopteris . . .	2	—	1	—
Odontopteris . .	5	—	—	—
Anomopteris . .	—	1	—	—
Toeniopteris . .	—	—	2	1
Clathropteris . .	—	—	1	—
Schizopteris . .	1	—	—	—
Sigillaria . . .	44	—	—	—
Marsileaceae.				
Sphenophyllum .	7	—	—	—
Characeae.				
Chara	—	—	—	4
Lycopodiaceae.				
Lycopodites . .	10	—	3	—
Selaginites . . .	2	—	—	—
Lepidodendron .	30	—	—	—
Lepidophyllum .	5	—	—	—
Lepidostrobus .	4	—	—	—
Cardiocarpon .	5	—	—	—
Stigmaria . . .	8	—	—	—

Klasse IV. Phanerogam. gymnosperm

Cycadeae.				
Cycadites . . .	—	—	1	—
Zamia	—	—	15	—
Pterophyllum . .	—	—	8	—
Nilsonia . . .	—	—	2	—
Mantellia . . .	—	—	3	—
Coniferae.				
Pinus	—	—	—	9
Taxites	—	—	1	5
Voltzia	—	4	—	—
Juniperites . . .	—	—	—	3
Cupressites . .	—	1	—	—
Thuya	—	—	—	3
Thuytes . . .	—	—	4	—
Brachyphyllum .	—	—	1	—

	Erste Periode.	Zweite Periode.	Dritte Periode.	Vierte Periode.
Klasse V. Phanerogam. monocotyledon.				
Nayadeae.				
Potamophyllitis .	—	—	—	1
Zosterites . . .	—	—	5	2
Caulinites . . .	—	—	—	1
Palmae.				
Palmacites . . .	—	—	—	1
Flabellaria . . .	1?	—	—	3
Phoenicites . .	—	—	—	1
Zygophyllites . .	1	—	—	—
Cocos	—	—	—	3
Liliaceae.				
Bucklandia . .	—	—	1	—
Clathraria . . .	—	—	1	—
Smilacites . . .	—	—	—	1
Convallarites . .	—	2	—	—
Antholites . . .	—	—	—	1
Canneae.				
Cannophyllites .	1	—	—	—
Monocotyledonen, deren Familie ungewifs ist.				
Endogenites . .	—	—	—	Mehrere
Culmites . . .	—	—	—	3
Sternbergia . .	3	—	—	—
Poacites . . .	3	—	1	Mehrere
Palaeoxyris . .	—	1	—	—
Echinostachys .	—	1	—	—
Aethophyllum .	—	1	—	—
Trigonocarpum .	5	—	—	—
Amomocarpum .	—	—	—	1
Musocarpum . .	2	—	—	—
Pandanocarpum .	—	—	—	1
Klasse VI. Phanerogam. dicotyledon.				
Amentaceae.				
Carpinus . . .	—	—	—	1
Betula	—	—	—	1
Comptonia . . .	—	—	—	2
Juglandeae.				
Juglans	—	—	—	3

	Erste Periode.	Zweite Periode.	Dritte Periode.	Vierte Periode.
Acerineae.				
Acer	—	—	—	1
Nympheaceae.				
Nymphea . . .	—	—	—	1
Dicotyledonen, deren Familie ungewifs ist.				
Exogenites . . .	—	—	—	Viele
Phyllites . . .	—	—	—	Viele
Antolithes . . .	—	—	—	Mehrere
Carpolithes . .	—	—	—	Viele
Pflanzen, deren Klasse ungewifs ist.				
Phyllotheca . .	1	—	—	—
Annularia . . .	7	—	—	—
Asterophyllites .	11	—	—	—
Volkmannia . .	3	—	—	—

Anzahl der, nach der vorhergehenden Tafel, in jeder Periode vorkommenden Arten einer jeden Klasse.

	Erste Periode.	Zweite Periode.	Dritte Periode.	Vierte Periode.	Gegenwärtige Epoche.
I. Agamae	4	5	18	13	7000
II. Cryptogam. cellular.	—	—	—	2	1500
III. Cryptogam. vascular.	222	8	31	6	1700
IV. Phanerog. gymnosp.	—	5	35	20	150
V. Phanerog. monocotyl.	16	5	3	25 (?)	8000
VI. Phanerog. dycotyled.	—	—	—	100 (?)	32000
Pflanzen von unbestimmter Klasse . . .	22	—	—	—	—
Summe für jede Flora	264	23	87	166	50350

VII. *Bemerkungen über die gegenseitigen Verhältnisse der vorweltlichen Floren; von Friedrich Hoffmann.*

Die Darstellung des Hrn. Ad. Brongniart von den vorweltlichen Pflanzen, in Beziehung auf die Vertheilung ihrer Hauptformen nach den verschiedenen Schichten der Erdrinde, ist unstreitig eine der wichtigsten Arbeiten im Gebiete der Geologie. Wir übersehn dadurch zum ersten Male mit Klarheit den ganzen bis hieher zu Tage geförderten Umfang unserer Kenntnisse von diesem wichtigen Gegenstande. Wir lernen daraus die ersten und einfachsten Grundzüge der Floren in den verschiedenen Epochen kennen, aus welchen die Reste einer untergegangenen vegetabilischen Schöpfung bis auf unsere Zeiten erhalten wurden. Ja das Gesetz einer fortschreitenden Entwicklung der Pflanzengeschlechter, einer stufenweisen Vervollkommnung ihrer Organisation, von den ältesten Epochen bis zu den Zeiten der zuletzt untergegangenen Schöpfung, bestätigt sich durch diese Forschung auf eine so auffallende und evidente Weise, als es sich bis hieher nur bei den ungleich zahlreicheren Geschlechtern der Vorwelt aus dem Thierreiche hat nachweisen lassen.

Arbeiten dieser Art bestehn indefs, vermöge der Natur ihres Gegenstandes, nothwendig aus zwei wesentlich von einander verschiedenen Theilen, und die umfassenden Kenntnisse, welche sie erfordern, werden nur selten bei demselben Naturforscher vereinigt gefunden. Denn es kommt hiebei nicht nur zunächst darauf an, aus den unvollkommen erhaltenen Theilen eines organischen Körpers das Ganze desselben zu reconstruiren, und daraus einen Schlufs auf die Familie oder Gattung zu ziehn, zu welcher wir ihn zählen dürfen; sondern es ist bekannt-

lich auch eben so nöthig die Natur und das Alter der Gebirgsformationen zu bestimmen, in welchen diese organischen Reste gefunden werden.

Bekanntlich ist ferner der erste Theil der genannten Aufgabe, welcher völlig in das Gebiet der Naturgeschichte gehört, bei den Resten vegetabilischer Körper noch ungleich schwieriger zu lösen, als bei jenen des Thierreichs. Denn die wesentlich unterscheidenden Charactere der letztern sind theils viel mannigfaltiger, theils sind sie auch viel weniger leicht einer völligen Zerstörung unterworfen. Indefs hat der Eifer, mit welchem unsere Zeitgenossen diesen Gegenstand bearbeitet haben, sehr wesentlich dazu beigetragen einen grofsen Theil seiner Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen, und abgesehen von den ersten erfolgreichen Versuchen, welche insbesondere durch die wichtigen Arbeiten von v. Schlotheim und von dem Grafen von Sternberg gemacht wurden, hat Niemand mit mehr Scharfsinn und mit glücklicherem Erfolge sich diesen Forschungen gewidmet, als Hr. Ad. Brongniart. Die Naturgeschichte der fossilen Pflanzen verdankt diesem ausgezeichneten Naturforscher fast in allen ihren Theilen eine vollständige Umgestaltung. Und es ist ihr durch ihn eine so grofse Erweiterung ihres Gebietes zu Theil geworden, wie vielleicht keinem andern Zweige der Versteinerungslehre vorher in so kurzer Zeit. Indem wir uns indefs beeifern, diesen grofsen Verdiensten um den beschreibenden Theil der Naturgeschichte der Pflanzenwelt unsere aufrichtige Anerkennung zu widmen, finden wir uns dennoch veranlafst, dem Theile der Arbeit von Hrn. Br., welcher rein geologischer Natur ist, einige Einwürfe entgegenzustellen, welche sich uns bei Lesung der vorhergehenden Abhandlung aufgedrängt haben.

Hr. Br. unterscheidet zunächst nach dem Charakter der Floren, in welche sich die vorweltliche Vegetation zertheilen läfst, vier wesentlich von einander verschiedene Pe-

Perioden, und er fixirt sie geognostisch auf eine ähnliche, doch viel genauere Weise, wie es früher schon vorläufig von dem Grafen Sternberg (*Fascic. IV. p.* 32.) versucht worden war. Die erste dieser Perioden umfafst nach ihm das *Uebergangsgebirge* und die *Steinkohlen-Formation*, die zweite beschränkt sich auf die Bildung des *bunten Sandsteines*, die dritte begreift alle Schichten vom *Keuper* bis zu den untersten Gliedern der *Kreide-Formation*, und die vierte endlich umfafst alle Bildungen, die sich *über der Kreide befinden*. So sehr indefs auch die von Hrn. B. gegebenen Details diese Eintheilung zu begünstigen scheinen, so können wir doch nicht umhin zu bemerken, dafs dieselbe in rein geognostischem Sinne nicht günstig gewählt sey, und dafs wir auf den ersten Blick wenigstens nur die erste und letzte dieser Perioden, als selbstständigen Formationen entsprechend, würden anerkennen können. Zwar hat der Hr. Verfasser diese Bemerkung schon selbst gemacht, indem er erklärt, dafs die zweite und dritte seiner getrennten Perioden nicht ganz genau jenen Eintheilungen entsprechen, welche gegenwärtig von den meisten Geologen als getrennte Formations-Gruppen angenommen werden. Es scheint uns indefs, als wäre es ihm dennoch nicht hinlänglich gegenwärtig gewesen, dafs die von ihm selbst gewählten Unterscheidungen nur in rein *localen Verhältnissen* der Gebirgs-Bildung gegründet sind, und dafs sie mithin keine allgemeine Gültigkeit besitzen können. So dürfen wir wohl füglich schon die Trennung der ersten und der zweiten Epoche durch die Bildung des *Rothliegenden* und des *Zechsteines*, als keinesweges allgemein durchführbar betrachten. Denn es ist gegenwärtig allgemein anerkannt, dafs wenn auch in einem grofsen Theile von Deutschland und England eine solche Trennung, entweder durch beide Bildungen, oder doch durch eine von beiden, wirklich statt findet, dennoch in einem wenigstens eben so grofsen Gebiete jeder Unterschied des *Rothliegenden* und

des über ihm gelagerten *bunten Sandsteines* völlig vernichtet sey. Wir sehn uns dann genöthigt, beide Gebirgsarten nur als die unteren und oberen Schichten ein und derselben Formation zu betrachten, in welcher sich die Bildung des *Zechstein* oder des *Magnesian Limestone* nur zuweilen als ein untergeordnetes und immer nur wenig mächtiges Lager einstellt. Es kann unsern Hrn. Verf. unmöglich unbekannt seyn, dafs sich namentlich in den Gebirgen von Frankreich diese Ansicht auf eine sehr ausgezeichnete Weise bestätigt. Nirgend hat man wenigstens bis jetzt in irgend einem Theile dieses Landes ein Kalksteinlager gefunden, welches der Bildung des *Zechsteines* mit einiger Wahrscheinlichkeit verglichen werden könnte. Eben so ist es auch bekanntlich im südlichen Deutschland der Fall, eben so, so weit unsere Beobachtungen reichen, im Gebiete der Alpen, wo dennoch der rothe Sandstein in Berührung mit quarzführenden Porphyren bekanntlich keine Seltenheit ist. Und selbst im nördlichen Theile der brittischen Inseln, in welchen man neuerlichst dem *Kupferschiefer* so ähnliche Schichten gefunden hat, ist dennoch die Scheidung des *Rothliegenden* und des *bunten Sandsteines* nur sehr unvollkommen *).

Dieselbe Bemerkung indefs gilt unstreitig in noch viel höherem Grade von der Scheidung der *zweiten* und *dritten Periode*, nach der Eintheilung unsers Verf. Wir sehn dort den *bunten Sandstein* von dem *Keuper* getrennt durch die Bildung des *Muschelkalks*. Und doch ist es bekannt, dafs es grofse Länderstrecken giebt, in welchen sich durchaus keine Spur dieser scheidenden Gebirgsart findet, und in welcher daher die Bildungen

*) Vergl. die Auszüge aus den Arbeiten der HH. Murchison und Sedgwick im *Philosophical Magazine etc. Vol. III. p.* 225. *sq.* und pag. 301. sq., und die merkwürdige Abhandlung des erstern über die *Kohlenformation von Brora* in den *Transact. of the Geol. Soc. second. Serie. Vol. II. p.* 313. *sq.*

des *bunten Sandsteines* und der *Keuper-Formation* unwiderruflich zu einer einzigen Masse verschmelzen. So ist es namentlich bekanntlich der Fall mit der grofsen und wichtigen Bildung des *red marle* in England. Von den einen mit dem *bunten Sandsteine*, von den andern mit den *marnes irisées* der französischen Geognosten verglichen, gehört sie in der That ohne Zweifel beiden Bildungen zugleich an. Es scheint uns daher wirklich sehr mifslich zu seyn, mitten in dieser einförmigen Gebirgsart eine Trennung von solcher Wichtigkeit vorzunehmen, wie sie durch den Eintritt von zwei völlig neuen Schöpfungen organischer Wesen bedingt wird.

Allein ungeachtet dieses auffallenden Mangels an Uebereinstimmung, welcher sich in der Eintheilung der Gebirgsarten kund giebt, je nachdem sie entweder nach den Grundsätzen der Auflagerung, oder nach der Vertheilung der organischen Körper unterschieden werden, würden wir dennoch diesen Einwendungen gegen die Methode des Hrn. B. kein Gewicht beigelegt haben. Wir finden uns indefs ferner noch veranlafst, auch gegen die Richtigkeit einiger andern der von Hrn. B. vorgetragenen Ansichten, welche mit den hier berührten Grundsätzen desselben in sehr naher Verbindung stehn, mannigfache Zweifel zu erheben.

Zunächst geht aus der Darstellung, welche uns Hr. B. von den Beziehungen gegeben, in welchen die Floren seiner verschiedenen Formationen zu einander stehn, hervor, dafs er der Ansicht geneigt sey, als wären die auf einander folgenden Schöpfungen der Pflanzenwelt völlig von einander geschieden und durch plötzlichen Wechsel in den wesentlichsten Charakteren der Vegetation bezeichnet. Der Hr. Verf. scheint sich die Vorstellung gebildet zu haben, als seyen die, zwischen dem Aufhören der Floren einer ältern Periode und dem Anfang einer neuen, verflossenen Zeiträume jedesmal durch das Eintreten einer allgemeinen Meeres-Bedeckung ausgefüllt worden. Und

er hat deshalb zu erweisen gesucht, dafs sich in den Schichten, welche die Glieder der vier genannten Perioden von einander scheiden, entweder gar keine, oder doch nur Reste von Meerespflanzen finden. Diese Behauptung aber ist es, welcher wir keinesweges denselben Grad von Ausschliefslichkeit einzuräumen im Stande sind.

Wir finden zuerst die Meinung ausgesprochen, dafs man bis jetzt im *Rothliegenden* keine Pflanzenreste beobachtet habe. Wir bitten indefs den Hrn. Verf. nur irgend eine der mannigfaltigen Arbeiten, welche diese Gebirgsart behandeln, zu vergleichen, um sich daraus zu überzeugen, dafs diese seine Ansicht nicht richtig sey. Vor Allem sind die rühmlichst bekannten Arbeiten von Charpentier, Freiesleben, v. Schlotheim, v. Hoff u. s. w. sehr reich an Nachweisungen über die Fundorte von vorweltlichen Pflanzenresten in der unzweifelhaften Bildung des *Rothliegenden*. Wir finden in dem classischen Werke von Alex. v. Humboldt (*Essai sur le gisem. p.* 214.) die sehr richtige Bemerkung: » *Que toute la formation du grès rouge soit généralement caracterisée par l'absence des coquilles fossiles, mais qu'elle abonde dans les deux hémisphères en troncs des bois fossiles et autres debris des Monocotylédones.* (Vergl. ferner *Rel. hist. T. X. p.* 278.) Ich habe selbst sehr häufig Gelegenheit gehabt die grofsen Anhäufungen versteinerter Baumstämme zu bewundern, die sich in den Steinbrüchen am *Kyffhäuser* in Thüringen mitten im *Rothliegenden* befinden, unter welchen einige bis 3 Fufs Dicke und gegen 24—30 Fufs Länge besitzen. Es sind diefs völlig dieselben, welche auch in der ganzen Verbreitung des *Rothliegenden* durch die Grafsch. *Mansfeld* und auch am *Thüringer Walde* keine Seltenheit sind, und von welchen einzelne Exemplare durch ihre aufrechte Stellung zu beweisen scheinen, dafs sie unmittelbar an dem Orte gewachsen sind, an welchem wir sie gegenwärtig verschüttet finden. Es ist ferner durch die eben genann-

ten Arbeiten (besonders bei Freiesleb. Kupfersch. *IV. p.* 172.) hinlänglich bekannt, dafs sich ein grofser Theil der *Steinkohlen-Bildungen* im nördlichen Deutschland, besonders die durch ihren Reichthum an Pflanzenresten so berühmt gewordenen Niederlagen von *Manebach* bei *Ilmenau*, von *Wettin*, von *Opperode*, von *Ilfeld* u. s. w., als untergeordnete Lager mitten in der Formation des *Rothliegenden* befinden. Ja ich selbst habe die Richtigkeit dieser Ansicht zu prüfen an mehreren dieser Orte Gelegenheit gefunden. Und selbst aus den obersten Schichten des *Rothliegenden*, welche einige schon zur Bildung des *Zechsteins* zählen (S. Freiesl. l. c. III. p. 238.), haben wir neuerlich (Leonh. Taschenb. XXII. 1. p. 253.) Nachricht von dem häufigen Vorkommen einer Pflanze erhalten, welche entschieden zu den Producten des süfsen Wassers gehört.

Hr. B. behauptet endlich ferner, dafs sich bis jetzt in der Bildung des *Zechsteins* nur *Meerespflanzen* gefunden hätten, und diese Behauptung scheint sehr wahrscheinlich, wenn wir berücksichtigen, dafs die sehr zahlreichen thierischen Reste dieser Bildung grofsentheils von Meeresbewohnern herrühren. Auch haben wir neuerlichst durch die genauen Bestimmungen von Hrn. B. selbst 5 bis 6 Arten der Gattung *Fucoides* kennen gelernt, welche im *Kupferschiefer* von *Mansfeld* und am *Thüringer Walde* vorkommen. Nichts desto weniger ist es indefs doch sehr wahrscheinlich, dafs es auch in der Periode, in welcher diese merkwürdige Zwischenschicht gebildet wurde, noch Theile des Festlandes gegeben habe, welche über die Meeresbedeckung hervorragten. Wenigstens finden wir auch hinlänglich deutliche Nachweisungen von *Landpflanzen* angeführt, welche gemeinschaftlich mit den eben erwähnten in dem *Zechstein* und dem *Kupferschiefer* gefunden werden. Denn sollten auch bei genauerer Untersuchung die von H. von Schlotheim als hieher gehörig erwähnten *Lycopodien* (Leonh. Ta-

schenbuch, VII. p. 55.), und selbst der *Lycopodiol. funiculatus* von *Ilmenau* (Petrefactenk. p. 415.; Lycop. taxifolius Sternb. Fasc. IV. p. VIII.) noch für Algen des Meeres erkannt werden, und sollte auch selbst die vom Grafen v. Sternberg (Fasc. IV. p. 40. und 44.) gemachte Bemerkung, dafs sich *Bruckmannia tuberculata*, *Pecopteris obtusa* und *Alethopteris vulgatior* im *Kupferschiefer* finden, durch eine unvollständige Benachrichtigung über ihre Fundorte veranlafst worden seyn: so beschreibt doch schon Freiesleben (Kupfersch. Geb. III. p. 182.) sehr deutlich den Abdruck eines gegliederten *Calamiten* oder einer ähnlichen Pflanze aus dem *Kupferschiefer* der Grafschaft Mansfeld. Einzelne Kohlenstücke mit noch deutlich erhaltener fasriger Holztextur sind ferner weder hier noch am Thüringer Walde eine Seltenheit. Vor Allem überzeugend aber sind die nach Art der *Dicotyledonen* gebildeten *Hölzer* von *Frankenberg* in Hessen, welche dort in so ausnehmender Häufigkeit vorkommen. Sie sind bereits seit mehr als 20 Jahren von Ullmann (Mineralog. berg- und hüttenmännische Beobachtungen, 1803, p. 80. sq. Tab. I.) beschrieben und abgebildet, und neuerlich erst von Hrn. Bronn (Leonh. Taschenb. 1828, p. 509.) mit grofser Wahrscheinlichkeit für Theile einer Cupressus-Art erklärt worden *) Eben so die deutlichen Farrnkraut-Abdrücke, welche nicht selten mit diesen Hölzern zusammen vorkommen. Die neuesten Beobachtungen aber setzen es völlig aufser Zweifel, dafs wir die erzreiche Bildung von *Frankenberg* zum *Zechstein* oder *Kupferschiefer* zu zählen berechtigt sind. Endlich möge es mir ferner noch erlaubt seyn, auch noch hier darauf aufmerksam zu machen,

*) Vielleicht ist diese Cupressus-Art dieselbe, die Hr. B. in seiner Uebersichtstafel in der Colonne seiner zweiten Periode anführt, wenn gleich die von Bronn für Blätter dieses Cupressus gehaltenen Theile bereits von Brongniart als Fucoides Brardii (*Hist. des veg. foss. p.* 77.) beschrieben wurden.

dafs Hr. Sedgwick in dem Mergelschiefer von *East Thickley*, in der Grafschaft *Durham*, die Abdrücke von zwei oder drei Species von *Farrnkräutern* angiebt, welche mit *Fisch-Abdrücken*, deren einige völlig mit jenen des *Kupferschiefers* von *Mansfeld* übereinstimmen, und in Lagerungsverhältnissen vorkommen, welche über die Identität dieser Bildung mit jener der *Zechstein-Formation* in Deutschland keinen Zweifel gestatten (*Philos. Mag. et Ann. of Philos. Vol. III. p.* 302.).

Wenn es nun nach den hier gegebenen Nachweisungen erlaubt scheint anzunehmen, dafs in der That zwischen der ersten und zweiten Periode der vorweltlichen Vegetation keine so strenge Scheidung sich findet, wie Hr. B. sie angenommen, so wird dieselbe Thatsache schon dadurch auch von den folgenden Perioden sehr wahrscheinlich. Die zweite und dritte Periode werden nach ihm durch die Bildung des *Muschelkalks* geschieden. Der Umstand indefs, dafs man in diesem für einen grofsen Theil von Deutschland eine eigenthümliche *Kohlenformation*, begleitet von den Resten von Landpflanzen, angegeben findet (Lettenkohle, von Voigt), kann hiebei nicht mit in Anregung gebracht werden. Denn es ist durch neuere Beobachtungen erwiesen worden, dafs diese *Kohlenformation* wirklich nicht dem *Muschelkalkstein*, sondern dem *Keuper* angehört. Wir können daher in Beziehung auf die Trennung der zweiten und dritten Periode nur wieder darauf zurückkommen, dafs die Bildung des *Muschelkalksteins* keinesweges zur Klasse der allgemein verbreiteten Gebirgsarten gehöre, und dafs es uns daher häufig begegnen könne, die Pflanzenführenden Schichten des *Keupers*, so wie des *bunten Sandsteins*, nur als die oberen und unteren Lagen ein und derselben Formation, in gleichförmiger Lagerung, anzutreffen. Was aber endlich die obere Grenze der dritten Periode des Hrn B. betrifft, so sehn wir uns genöthigt, der bereits mehrfach von dem Verf. ausgesprochenen Meinung (*Ann.*

des sc. n. IV. p. 217., *Hist. des veget. foss.* 2 *Livr. p.* 85. *note etc.*), als ob in der Bildung der Kreide nur Meerespflanzen gefunden würden, auf das Bestimmteste zu widersprechen.

Zwar ist es bekannt, dafs überhaupt in der Bildung der eigentlichen *Kreide* und des zu ihr gehörigen *Kreidemergels* und *Quadersandsteins* (*green sand*) Pflanzenreste im Vergleich zu der ungeheuren Anhäufung thierischer Versteinerungen nur selten gefunden werden. Unter diesen aber scheinen doch nach den vorhandenen Nachweisungen wenigstens eben so viele den Landpflanzen, als den Bewohnern des Meeres zu gehören. Vergleichen wir deshalb zunächst in Bezug auf die *Kreide von England* die reichhaltige Sammlung von Arbeiten, welche die Verhandlungen der geol. Societät von London enthalten, so finden wir darin zuerst in der Kreide von *Cambridge* bei *Cherry Hinton* durch Hrn. Hailstone (III. 250.) zapfenförmige Früchte und Zweige mit Blättern bemerkt, welche der Verfasser zur Familie der Coniferen zu rechnen geneigt ist. Sie waren bereits vor ihm von Parkinson *Org. Rem. Vol. I. T. VI.* beschrieben worden. Eben so erwähnt W. Phillips in dem zur Kreideformation gehörigen Mergel von Folkstone (V. 1. 40. u. 59.) Holzkohlen, welche noch die fasrige Structur des Holzes besitzen, als eine keinesweges seltene Erscheinung, und De La Beche fand in dem wohl bestimmten *green sand* der Gegend von *Lyme Regis*, an der Küste von *Dorsetshire*, Abdrücke von Farrnkräutern (*sec. ser. II. p.* 113.). Eben so hat auch bereits Gideon Mantell in der Kreide von *Sussex*, bei *Hamsey*, bei *Lewes* und bei *Brighton* das Vorkommen von Stamm-Enden mit Resten von Blättern und deutlichen Zapfenfrüchten angegeben, welche von ihm mit den Früchten von *Pinus Larix* verglichen werden (*Geol. of Sussex, p.* 103. *Tab. IX.*). Der Graf Sternberg hat später diese Theile bekanntlich zu den noch unbestimmten Species seiner Gattung *Conites* gerechnet, und je-

denfalls scheint der Ursprung derselben von Landpflanzen außer allem Zweifel.

Häufiger indeſs noch finden wir dieselbe Erscheinung in den zur Bildung der Kreide gehörigen Schichten von *Deutschland* wieder. Der *Quadersandstein* und der *Plänerkalk* von Sachsen und Böhmen, deren völlige Identität mit den Schichten des *green sand* und der *craie tufeau* wir als erwiesen ansehn dürfen, liefern davon mannigfache Beispiele. Um uns nicht bei unsichern Angaben aufzuhalten, wollen wir hier nur die deshalb von dem Grafen Sternberg gegebenen Nachweisungen anführen. Wir finden zunächst bei ihm aus dem *Plänerkalk* der Herrschaft *Schmetschna*, in Böhmen, die Beschreibung und Abbildung einer Species der Gattung *Thuites* (*Th. alienus Synopsis. p. XXXVIII. Fasc. IV. p.* 40. *Tab.* 45. *F.* 1.) aus der Familie der *Coniferae* angeführt, und eben so unzweifelhaft sind auch die Blätter von Bäumen aus der Klasse der *Dicotyledonen*, die wir hier, als eine keinesweges seltene Erscheinung aus dem, den Geognosten so wohl bekannten *Quadersandstein*, in der Nähe von *Tetschen*, abgebildet sehn (*Tab. XXV. F.* 1. *a. b.*). Völlig dasselbe Verhältniſs kehrt auch in den Schichten gleichen Alters wieder, welche sich in den nächsten Umgebungen des Harzes verbreiten. Allgemein bekannt sind hier die am *Heidelberge*, bei *Blankenburg*, so häufig im Quadersandstein vorkommenden Blätter von *Dicotyledonen*, deren schon Scheuchzer vor mehr als 100 Jahren aus älteren Quellen gedacht hat. Sie werden noch jetzt zusammen mit den Resten von Stämmen und Zweigen gefunden, und können, vermöge der vollkommnen Erhaltung ihrer Theile, unmöglich aus älteren Formationen herstammen. Ganz auf ähnliche Weise fand ich wohlerhaltene Blätter und Bruchstücke von großen Bäumen in Thonlagern desselben Quadersandsteines bei *Quedlinburg* wieder. Sie sind dort unmittelbar mit den Schichten eines kalkreichen und von

grün gefärbten Körnern reichlich erfüllten Mergels verbunden, welcher voll von den deutlich bestimmbaren Resten von Schaalthieren steckt, die mit jenen aus der französischen und englischen Kreide völlig identisch sind. Eben so fand ich ferner noch vollkommen ähnliche Blattabdrücke von *Dicotyledonen* im Kreidemergel der Gegend von *Wernigerode*. Ich sah hier in demselben Handstücke Blätter mit einem wohl erhaltenen Exemplare von *Belemnites mucronatus* verbunden, und ich hatte später noch Gelegenheit, die grofse Aehnlichkeit derselben mit Blattabdrücken aus dem *green sand* von *Schonen* kennen zu lernen, welche Professor Nilson dort aufgefunden hat. Allein auch in der *Kreide Westphalens*, die mit jener der *Niederlande* und des nördlichen *Frankreichs* in fast ununterbrochener Verbindung steht, und welche ebenfalls alle für jene charakteristischen Thierversteinerungen führt, finden sich Reste von unzweifelhaften Landpflanzen nicht selten. So fand ich namentlich in den Steinbrüchen der Umgebung von *Soest*, *Werl* und *Unna*, in den Schichten der dort so verbreiteten grasgrünen, sandigen Mergel, nicht selten die Bruchstücke kohliger Substanzen, welche noch häufig die fasrige Textur des Holzes an sich tragen; eben so häufig fast sind noch die Reste einer Pflanze dort, welche nach den vollkommenern Abdrücken, die ich von ihr auffand, ohne Zweifel zur Familie der *Lycopodiaceen* gehört. Sie zeigt einige schwache Analogieen mit dem *Lycopodiol. dichotomus. Sternb.* (besonders mit dem Tab. II. abgebildeten Exempl.), und wird wahrscheinlich noch einer neuen, bis jetzt unbeschriebenen Art angehören.

Es würde leicht seyn, die hier angegebene Zahl von Thatsachen noch durch die Vergleichung einer gröfseren Menge von geognostischen Arbeiten zu vermehren. Wir glauben indefs schon hieraus mit hinlänglicher Sicherheit schliefsen zu können, dafs in der That die von Hrn. B. festgestellten Gränzen seiner Vegetationsperiode keines-

weges durch so schnelle und gänzliche Unterbrechungen bezeichnet sind, als er sie angenommen.

Wenn es indefs muthmafslich keine der durch Niederschlag gebildeten allgemein verbreiteten Schichten giebt, in welcher sich nicht Reste einer gleichzeitig fortdauernden Land-Vegetation finden, so scheint es doch ferner noch eine für die Geschichte der Erdrinde sehr einflufsreiche Frage zu seyn: in welchen Verhältnissen die unveränderte Ausdauer einzelner Pflanzenarten zu den verschiedenen Perioden der vorweltlichen Vegetation überhaupt stehe. Folgen wir bei dieser Untersuchung den zahlreichen Analogien, welche die Verhältnisse der vorweltlichen Thierschöpfung darbieten, so werden wir allerdings zu der Ansicht geneigt seyn, dafs sich die Floren der verschiedenen Vegetationsperioden von einander durch völlig abweichende Charaktere der Pflanzenformen unterscheiden müssen. Denn wir sehn fast mit dem Eintreten einer jeden neuen Gebirgsart in der That auch die thierischen Reste völlig mit aufhören, welche der vorhergegangenen Bildung noch charakteristisch waren. Völlig neue Formen, oft nur specifisch und eben so häufig nach Gattung und Familie verschieden, treten hier plötzlich, oft durch eine haarscharfe Linie bezeichnet, an die Stelle der ältern. Je mehr uns die Bemühungen der Naturforscher in den Stand gesetzt haben, die organischen Reste der Vorwelt genauer unterscheiden zu lernen, desto mehr sind auch die früher so oft vorgetragenen Vorstellungen verschwunden, als ob es gewisse Geschlechter und Arten von Thieren gäbe, welche alle in der Bildung der Erdrinde statt gefundenen Umwälzungen unversehrt überlebt hätten. In der That scheint es auch diese einflufsreiche wichtige Analogie gewesen zu seyn, welche die Ansichten von Hrn. B. bei Feststellung seiner Grundsätze geleitet hat. Denn wir finden bei ihm die Behauptung ausgesprochen, dafs sich unter den Floren seiner verschiedenen Perioden keine Art von Gemeinschaft nachweisen lasse. Hr. B.

behauptet wenigstens ausdrücklich, dafs sich unter den Pflanzen zweier angrenzenden Perioden keine, beiden zu gleich angehörige identische Species befinde, dafs Alles unter ihnen verschieden sey, und dafs man daher nicht umhin könne zu glauben, als hätte stets eine völlig neue Schöpfung von Gliedern des Pflanzenreichs, erzeugt unter völlig neuen Bedingungen, die frühern verdrängt.

Wir würden gewifs alle Ursache haben, uns durch diese Resultate der Forschungen unseres Verfassers völlig befriedigt zu fühlen, gäbe es nicht bei dem Zustande, auf welchem sich die Kenntnifs der vorweltlichen Pflanzenwelt noch gegenwärtig befindet, einige Thatsachen, welche sich, nach unserm Dafürhalten, noch nicht füglich mit diesen Ansichten vereinigen lassen. Bevor wir indefs diese Thatsachen einzeln anführen, können wir nicht umhin, zu bemerken, dafs unsere Einwürfe keinesweges den allgemeinen Charakter der Floren treffen, wie ihn Hr. B. mit so viel Umsicht für seine verschiedenen Vegetationsperioden fixirt hat. Der zuerst von Alex. v. Humboldt in seinen Arbeiten über die geographische Verbreitung der Pflanzen auf der gegenwärtigen Erdoberfläche angegebene Weg, die Floren verschiedener Regionen durch die Quotienten zu charakterisiren, welche die natürlichen Familien von der Gesammtheit derselben ausmachen, ist auch in diesem Gebiete mit eben so entschiedenem Erfolge durch Hrn. B. versucht worden. Sehr richtig bemerkt er daher, dafs wenn auch spätere Beobachtungen zu den von ihm angegebenen Einzelnheiten noch neuentdeckte Formen hinzufügen sollten, dennoch in den wesentlichen Charakteren seiner Floren wahrscheinlich nur unbedeutende Aenderungen dadurch hervorgebracht werden könnten.

Wenn wir indefs fortfahren, die successive Vertheilung der Pflanzen in den verschiedenen Epochen der Erdbildung mit der geographischen Verbreitung derselben auf der gegenwärtigen Erdoberfläche zu vergleichen, so wird

es uns durchaus nicht befremden dürfen, dieselben Arten, welche in dem einen Gebiete bemerkt worden sind, theilweise auch in dem andern wieder anzutreffen. Denn es ist allgemein bekannt, dafs es bei dem gegenwärtigen Zustande der Vegetation auf der Erdoberfläche einzelne Arten gebe, welche sich fast durch alle Zonen und Klimate hindurch unverändert erhalten. Eben so auch bilden sich bekanntlich die Uebergänge der Floren aus einer pflanzengeographischen Region in die andere, nur durch das allmälige Ersetzen einzelner Arten durch andere mit ihnen mehr oder minder nahe verwandte, so wie durch das allmälige Vermindern und Aussterben einzelner Familien, während andere in der Allgemeinheit ihrer Verbreitung, so wie in der Anzahl der Arten, zunehmen.

Von dem gleichmäfsigen Vorkommen übereinstimmender vorweltlicher Arten in dem Gebiete verschiedener Formationen aber, geben uns nun auch eben sowohl die Bildungen der älteren als der neueren Epochen, gegen die Vorstellungen des Hrn. B., mannigfache Beispiele. Wir haben zunächst schon oben darauf aufmerksam gemacht, dafs sich ein grofser Theil jener *Steinkohlen-Gebirge*, welche sich durch ihren Pflanzenreichthum auszeichnen, als untergeordnete Schichten des *Rothliegenden* nachweisen lassen, während dagegen bei weitem die Mehrzahl derselben, namentlich die ausgezeichneteren Beckenbildungen von *England* und von *Flandern*, so wie die von *Westphalen* und am *Niederrhein*, ganz entschieden zum *Uebergangsgebirge* gehören. Und dennoch hat sich unter den Pflanzenresten beider Formationen bis jetzt noch kein feststehender Unterschied nachweisen lassen. Es sind oft genau dieselben *Lepidodendra*, *Sigillariae*, *Calamites*, dieselben Arten von *Neuropteris*, *Pecopteris*, von *Asterophyll. Annularia Stigmaria* u. s. w., die uns sowohl aus den Kohlengruben von *Manebach*, von *Wettin* und von *Essen*, so wie von *Lüttich*, *Namur*, *Valenciennes*, *New-Castle*, *Bath* u. s. w., bekannt ge-

worden sind *). Eben so auch scheint es ferner, als ob sich noch bis zu den obersten Schichten des *Rothliegenden* der Charakter der Vegetation dieser ältern Periode unverändert erhalten hätte. Wenigstens bemerken wir zuweilen unter den oben angeführten Baumstämmen am *Kyffhäuser* und am *Thüringer Walde* einige, deren innere Textur so sehr nahe mit jener der sogenannten *Staarsteine* aus dem Kohlengebirge (*Palmacites macroporus* und *microporus*, Sternb.) übereinstimmt, dafs wir nicht wohl umhin können zu glauben, es hätten dieselben auch vollkommen damit identischen Arten gehört. Mehrfach sind überdiefs im *Rothliegenden* bei *Rothenburg* Abdrücke von *Lepidodendron* gefunden worden, welche vollkommen mit den Abbildungen von *L. aculeatum* Sternb. übereinstimmten. Eben so auch sind aus derselben Formation Bruchstücke von *Calamiten* bekannt, und wir dürfen nach den Umständen kaum zweifeln, dafs auch die zarteren Pflanzentheile, welche in dem Steinkohlengebirge vorkommen, sich hier wiederfinden würden, wäre nicht das durchgängig grobe Korn und die tumultuarische Bildungsweise der alten rothen Sandsteinformation der Erhaltung derselben hinderlich gewesen. Ganz in ähnlicher Weise fanden sich ja bekanntlich auch in den grobkörnigeren Schichten des Kohlensandsteins mitten im Kohlengebirge nie andere Pflanzenspuren, als die unvollkommen erhaltenen Reste der Stämme von *Lepidodendron*, *Calamites* u. s. w., nie aber die Blätter und feinen Zeich-

*) Die Uebersicht der Fundorte, welche Graf Sternberg in seinem *Tentamen florae primordialis* den von ihm aufgezählten Arten hinzugefügt hat, giebt uns einen ausgezeichneten Beleg für diese merkwürdige Thatsache. Denn wir finden dort ungefähr 150 Arten (wovon 138 Gefäfs-Kryptogamen) als zum alten Steinkohlengebirge überhaupt gehörig unterschieden, von diesen aber gehören 75 Arten der ältesten Formation desselben ausschliefslich allein an, 40 Arten eben so ausschliefslich der Steinkohlenformation des Rothliegenden, und 35 Arten, fast den vierten Theil des Ganzen, hat man in beiden gemeinschaftlich gefunden.

nungen von *Farrnkräutern*, *Lycopodiaceen* und ihren Verwandten.

Es scheint uns indeſs auch auſserdem, als lasse sich das Vorkommen von charakteristischen Formen der ältern Perioden, bei vollständiger Uebereinstimmung der Species, noch bis in viel neuere Schichten verfolgen. So verdanken wir namentlich Hrn. v. Schlotheim aus den Schichten des entschieden zur *Keuperformation* gehörigen Sandsteines bei *Gotha* die Kenntniſs eines ausgezeichneten *Syringodendron* (sein *Palmacites canaliculatus*, Petrefactenk. 396. Tab. XVI. F. 2.), welches später Graf Sternberg als identisch mit seinem *Syringod. sulcatum* erkannte, das sich doch auſserdem auch noch in dem Kohlengebirge von *Eschweiler*, von *Essen* und *Waldenburg* findet. Diese Wahrnehmung aber scheint uns insbesondere noch deshalb von Wichtigkeit, weil wir neuerlich durch die merkwürdigen Untersuchungen von Hrn. B. die Gewiſsheit erhalten haben, daſs sich mehrfach auch ein und dieselben Species vorweltlicher Pflanzen, sowohl in den Sandsteinen der *Keuperformation* nachweisen lassen, als auch in den Schichten, die der Bildung des *Lias* und den *Oolithen* der groſsen *Juraformation* angehören. Es sind dieſs aber zugleich Gebirgsarten, welche sowohl in Beziehung auf die Art ihrer Bildung, als auch durch den Charakter ihrer thierischen Reste so vollständig von einander geschieden sind, als auf der andern Seite nur immer die Bildung des Uebergangsgebirges von jener des Rothliegenden.

Es ist miſslich, sich bei Untersuchungen dieser Art auf Beispiele zu berufen, welche von nicht vollkommen genau ausführbaren Bestimmungen herrühren. Solcher Art aber sind namentlich, nach dem eignen Zeugnisse von Hrn. B., die von ihm im *Keuper*, so wie im *bunten Sandsteine* (in seiner zweiten und dritten Periode) zugleich angeführten Vorkommnisse von *Calamites arenaceus*, eben so die nur zweifelhaft dem *bunten Sandsteine* so wie dem

alten *Steinkohlengebirge* zugleich angehörigen *Calamites remotus* oder *distans*. Solche Beispiele aber beweisen dennoch sehr für die grofse Aehnlichkeit der Formen, die sich einander in den verschiedenen Perioden der vorweltlichen Vegetation gegenseitig zu ersetzen bestimmt scheinen. Hr. B. hat uns indefs selbst noch ein ausgezeichnetes Beispiel von dem Vorkommen ein und derselben Species in den Schichten zweier völlig verschiedenen Formationen nachgewiesen. Es ist diefs sein *Fucoides Brardii* (*Hist. de veget. fossiles*, 1 *livrais. p*. 77. *Tab. II. F*. 8—19., *Ann. d. sc. n. XV. p*. 452.), welcher sich sowohl in den Ligniten unter der Kreide zu *Pialpinson*, als auch in den Kupferschiefern von *Frankenberg* findet. Wie aber erklären wir einen so auffallenden Widerspruch in den Principien und in den Thatsachen, welche denselben zur Basis dienen sollten?

Wir haben es bei den bis hieher angestellten Vergleichungen absichtlich vermieden, auf die merkwürdigen Entdeckungen der HH. Élie de Beaumont und Ad. Brongniart über das Erscheinen der Pflanzenreste in den Anthracit führenden Sandsteinen der südwestlichen Alpen zurückzukommen. Hr. B. hat hier bekanntlich aus Schichten, welche aufs Entschiedenste zur *Liasformation* gehören, wenigstens 15 Species von wohlerhaltenen Farrnkräutern wieder erkannt, welche sämmtlich auch aufserdem im Gebiete der alten Steinkohlenformation bisher aufgefunden wurden. Er hat ferner von denselben Fundorten das Vorkommen von *Lepidondendron*, *Sigillaria*, *Stigmaria* und *Calamites* nachgewiesen, welche man bis hieher für dem alten Steinkohlengebirge ausschliefslich charakteristisch gehalten. Die sinnreiche Hypothese aber, welche Hr. B. hiebei vorgetragen (*Ann. d. sc. n. T. XIV. p*. 127. *sq*.) und später ausdrücklich beibehalten hat (*l. c. Tom. XV. p*. 375. *note*), um diese merkwürdige Anomalie zu erklären, kann uns schon deshalb um so weniger befriedigen, als sie selbst mit den hier berührten allge-

gemeinen Ansichten ihres Verfassers nicht in Uebereinstimmung steht *).

Sollte sich indefs auch die hier bestrittene Hypothese von Hrn. B. wirklich noch bei fortgesetzten Untersuchungen bestätigt finden, so bleibt dennoch die Thatsache durchaus unbestritten: dafs es während der Dauer der dritten Vegetationsperiode in einem Theile der Erdoberfläche Pflanzen gegeben habe, welche mit jenen aus der ersten Periode in allen ihren erkennbaren Charakteren übereinstimmen. Was aber auf den ersten Blick fast noch merkwürdiger scheinen möchte, ist der Umstand: dafs diese Pflanzen auch in Beziehung auf den Antheil, welchen sie, nach Familien geordnet, an der Gesammtheit der Flora nehmen, eine ähnliche Abweichung von den für die Vegetation dieser Bildungsperiode nachgewiesenen Hauptcharakteren zeigen. Wir sehen hier nächst der grofsen Entwicklung der Gefäfs-Kryptogamen, auch völlig dasselbe merkwürdige Vorwalten dieser Klasse, welches der Flora des alten Steinkohlen-Gebirges so durchaus eigenthümlich ist. Nichts desto weniger scheint uns indefs doch diese merkwürdige Anomalie keinesweges von so grofser Bedeutung. Forschen wir nämlich den allgemeinen Ursachen nach, welchen wir dem durchgängig wiederkehrenden eigenthümlichen Charakter der Vegetation in der ältesten Periode der organischen Schöpfung zuschreiben dürfen, so finden wir in den scharfsinnigen Entwicklungen unseres Verfassers selbst mit Leichtigkeit den Schlüssel zur Lösung dieses scheinbaren Widerspruchs. Denn Hr. B. hat es in seiner oft genannten Abhandlung (p. 244.) eben so umsichtig als überzeugend erwiesen,

*) Wiewohl indefs diese Hypothese unserer Ansicht nach für ihre Zwecke nicht hinreicht, so ist doch ihre Ausführung von so allgemeinem Interesse, dafs es uns schicklich geschienen hat, sie zum Gegenstande einer besondern Betrachtung zu machen. Wir haben deshalb einige Bemerkungen über dieselbe dieser Abhandlung in einem Anhange hinzugefügt.

dafs die Beschaffenheit der Flora seiner ersten Periode völlig mit dem Charakter der Vegetation unserer heutigen Inseln übereinstimmt. Und zwar um so mehr, je vereinzelter dieselben im weiten Ocean liegen, je entfernter von grofsen Continenten. Was aber hindert uns anzunehmen, dafs auch in der Periode der mittleren Flötz-Zeit gleichartige Wirkungen von völlig denselben Ursachen erzeugt werden konnten? Denn wenn die heutige Gröfse der über dem Wasser hervorragenden Continental-Massen noch nicht im Stande ist den wichtigen Unterschied zwischen einer Continental- und einer Insel-Flora ganz zu verwischen, wie viel mehr werden wir nicht aus guten Gründen dieselben Verschiedenheiten in einer Periode erwarten dürfen, in welcher der Einflufs der grofsen Continente aller Wahrscheinlichkeit nach noch durchaus nicht so grofs war, als gegenwärtig. Nennt doch Hr. B. deshalb selbst noch den Charakter der Vegetation seiner zweiten und dritten Periode den einer *Küstenflora*.

Doch bevor wir diese Bemerkungen über einen Gegenstand von so allgemeinem Interesse beendigen, können wir nicht unterlassen noch einen Blick auf die Vertheilung der Pflanzenfamilien zu werfen, welche nach Hrn. B's. Untersuchungen die Vegetation seiner verschiedenen Perioden zusammensetzen. Abgesehn von den für uns hier beziehungslosen Klassen der *Agamen* und der *Zellen-Kryptogamen* erkennt Hr. B. zunächst in der ersten Periode nur die Anwesenheit von Gliedern aus der Klasse der *Gefäfs-Kryptogamen* und jener der *Monocotyledonen* an. Er hat indefs dabei, wie es scheint, unberücksichtigt gelassen, dafs bereits vom Grafen Sternberg zwei Species seiner Gattung *Conites* (*C. cernuus* und *armatus XXXIX. T.* 29. *F.* 1. 2. und *T.* 46. *F.* 1.) aus der Steinkohlenformation von Böhmen beschrieben und abgebildet worden, deren Zapfenfrüchte so deutlich scheinen, dafs wir kaum daran zweifeln können, sie seyen mit Recht in die Familie der Coniferae oder Cy-

cadeae zu setzen. Es zeigen sich also demnach bereits in der ersten Periode drei jener vollkommner organisirten Klassen, welche von Br. unterschieden werden, wenn gleich die letzte von der Summe des Ganzen nur einen höchst unbedeutenden Bruch bildet. Indeſs auch in der Zahl jener Klassen, die Hr. B. seiner dritten Periode zuschreibt, glauben wir uns durch die bisherigen Beobachtungen berechtigt, eine Aenderung zu treffen. Wir finden hier ausdrücklich das Vorkommen der *Dicotyledonen* geläugnet, und doch ist das Erscheinen unleugbarer Reste derselben, sowohl im *Quadersandstein* und im *Kreidemergel*, als selbst auch im Gebiete der *Juraformation* keine Seltenheit. Es wird nicht erst nöthig seyn, hiebei an die Abdrücke von Blättern aus der Bildungsperiode der Kreide zu erinnern, deren wir bereits oben aus einer andern Rücksicht erwähnt haben. Ihre sehr wohl erkennbare Struktur, die Vertheilung ihrer Nerven, läſst uns keinen Augenblick im Zweifel, wohin sie zu rechnen seyen. Auffallender war es uns indeſs noch zu sehen, daſs Hr. B. hiebei selbst nicht seiner eignen, früher mehrfach gemachten Beobachtungen und Bemerkungen gedacht hat. Denn wir finden von ihm selbst aus der Sandsteinformation von *Hoer* in *Schonen* die Blätter mehrerer ganz unzweifelhaften Arten von Dicotyledonen erwähnt, und der Verfasser legt sogar auf das Erscheinen derselben einen sehr groſsen Werth, um daraus auf das Alter dieser Schichten zu schlieſsen *). Eben so bekannt sind aber ferner noch dieselben Erscheinungen aus der Juraformation. Wir finden aus den Schichten dieses Alters in Frankreich und England das Vorkommen von *Dicotyledonen-Resten* mehrfach bereits anerkannt. Die

*) Hr. B. war sogar deshalb früher geneigt, in der Vegetationsperiode, welche die Glieder der groſsen Juraformation einschlieſst, das Vorkommen einer gleichen Zahl von Mono- und Dicotyledonen anzunehmen. Vergl. deshalb *Annal. des sc. nat. T. IV. p.* 224.

HH. Desnoyers und Ad. Brongniart selbst erkannten dergleichen in der Bildung der *Jura-Oolite* von *Mamèrs*. Sehr wahrscheinlich ist ferner dasselbe Vorkommen aus den versteinerungsreichen Schiefern von *Stonesfield* bei *Oxford*. Eben so hat ferner auch W. Webster aus den Schichten des *Portland* und *Purbeck-stone* das häufige Vorkommen sehr ansehnlicher Stämme von *Dicotyledonen-Bäumen* (1—2' im Durchm., *Geolog. Transact. II. p.* 41.) beschrieben, welche noch aufrecht standen, und deren concentrische Bildung vollkommen erhalten war. Auch unter den von G. Mantell in den Schichten des *Ironsand* von *Tilgate Forest* aufgefundenen vorweltlichen Resten finden sich unzweifelhafte Theile von Pflanzen dieser Klasse. Und eben so hat bereits der Graf Sternberg die Früchte einer Species von *Juglans*, aus den Salzwerken von *Wielitzka* beschrieben, deren Lagerstätte wir nach den gründlichen Untersuchungen von Hrn. Prof. Pusch zu der Bildung des *Lias* rechnen dürfen, gleichzeitig mit den Sandsteinen und Kalksteinen, welche in so ungeheurer Mächtigkeit die Masse der *Carpathen* zusammensetzen. — Gewiſs ist es ein für die Kenntniſs der fortschreitenden Entwicklung organischer Wesen in den verschiedenen Perioden der Erdbildung sehr wichtiger Gegenstand, die Gränze zu bestimmen, von welcher ab zuerst sich die Spuren der vollkommensten Organisation zeigen, deren die Glieder des Pflanzen- und Thierreichs überhaupt fähig zu seyn scheinen. Es ist daher die Frage nach dem ersten Erscheinen der *Dicotyledonen-Pflanzen* völlig von derselben Bedeutung, wie die einfluſsreichen Forschungen über das Eintreten der am vollkommensten organisirten Klasse des Thierreichs, über das erste Erscheinen der vierfüſsigen Thiere in den Schichten der Erdrinde. Bei dem gegenwärtigen Zustande der organischen Schöpfung scheinen sich zwar die Verhältnisse beider Klassen zur ganzen Summe der thierischen und vegetabilischen Organismen nach analogen Gesetzen zu

richten. Wir kennen indeſs dieselben weder im Gebiete der gegenwärtigen noch der vorweltlichen Schöpfungen so genau, daſs wir im Stande wären, sie auf befriedigende Weise in numerische Werthe zu bringen, und wir entbehren daher zur Zeit noch eines der wichtigsten Documente über die Oeconomie der Natur in den verschiedenen Perioden ihrer Ausbildung. — Nichts desto weniger bleibt es aber doch immer sehr wichtig aus den bereits darüber vorhandenen Thatsachen einsehn zu können, daſs die allmälige Entwicklung der organischen Körper im Thier- und im Pflanzenreich völlig denselben Gang genommen habe. Während die am einfachsten organisirten Arten von beiden zuerst erschienen, finden wir auch durchaus dieselbe Stufenfolge noch in Beziehung auf das allmälige Erscheinen und Zunehmen der vollkommner organisirten Geschöpfe in den Schichten der Erdrinde wiederholt. Von den vierfüſsigen Thieren sind es bekanntlich die auf der niedrigsten Stufe der Ausbildung stehenden *Amphibien*, welche wir zuerst antreffen. Während die Abtheilung der *Saurier* bereits im Gebiete der *Juraformation* zu einem Grade der Entwicklung gelangt, welche uns darin wenigstens 20 bis jetzt wohl unterschiedene Arten wahrnehmen läſst, scheinen die vollkommner organisirten Säugethiere jenseits der Kreide nur einen einzigen Repräsentanten zu besitzen. Diesseits derselben aber tritt schon ein Zustand ein, welcher dem Charakter der Fauna in der gegenwärtigen Schöpfung (wenn wir dabei von den Unterschieden der Klimate abstrahiren) völlig vergleichbar ist. Eben so auch in dem weiten Gebiete der Pflanzenwelt.

Herr Brongniart hat selbst den Charakter der Vegetation seiner vierten Periode für jenem der gegenwärtig noch fortdauernden völlig ähnlich erklärt. Die *Dicotyledonen-Pflanzen*, welche hier vorkommen, gehören weit vorherrschend den am vollkommensten entwickelten Familien derselben. In der Bildungsperiode

jenseits der Kreide aber fand Hr. B. unter den höher organisirten Vegetabilien nur die Arten aus den natürlichen Familien der *Cycadeen* und der *Coniferen* vorherrschend. Eine Thatsache von sehr grofser Wichtigkeit, deren Kenntnisse wir ausschliefslich den mühevollen Forschungen dieses ausgezeichneten Beobachters verdanken. Der Einflufs, welchen diese in der gegenwärtigen Schöpfung nur durch eine geringe Zahl von Gattungen repräsentirten Familien auf den Charakter der Flora jener Perioden ausüben, scheint überdiefs Hrn. B. bewogen zu haben, dieselben zu dem Range einer selbstständigen Classe zu erheben. Denn er unterscheidet sie sowohl in der vorliegenden Uebersichtstafel, als auch in seiner *Histoire des végétaux fossiles* (*Livr.* 1. *p* 20.), unter der Benennung *Phanérogames gymnospermes*, und giebt ihnen die Stelle zwischen den *Gefäfs-Kryptogamen* und den *Monocotyledonen*. So einflufsreich indefs auch die Gründe gewesen seyn mögen, welche den Verfasser vermocht haben so zu verfahren, so können wir doch weder die Grundsätze billigen, welchen er dabei gefolgt ist, noch können wir die seiner neuen Klasse angewiesene Stelle für die richtige halten.

Was zunächst schon den Namen der *Phanérogames gymnospermes* betrifft, welcher bekanntlich durch die merkwürdigen Untersuchungen von R. Brown veranlafst wurde, so geziemt es uns nicht, über die Richtigkeit der Thatsache, welche hiebei vorausgesetzt wird, ein Urtheil zu fällen. Wir dürfen uns indefs wohl auf die Ansichten zweier Botaniker ersten Ranges, auf Herrn Decandolle und A. Richard, berufen, welche es für keinesweges völlig erwiesen halten, dafs die weiblichen Blüthen der hieher gehörigen Pflanzen nur für einfache ovula ohne Fruchthülle angesehn werden dürfen *). Sollten es indefs auch fernere Untersuchungen lehren, dafs der Familie der *Cycadeen* und *Conife-*

*) Vergl. *Decand. Organographie végétale, II. p.* 19. *note*, und *Richard Mem. sur les Conifères et les Cycadées*, *p.* 203.

ren zu den vielen Abweichungen, welche sie überdiefs schon so sehr unterscheiden, noch diese merkwürdige Ausnahme von der herrschenden Organisation gebühre, so wird doch der Einflufs, welchen diese Entdeckung auf die Classification der fossilen Vegetabilien haben kann, immer nur von geringer Bedeutung seyn. Denn es liegt schon in der Art der Erhaltung dieser Reste der Vorwelt, dafs wir bei allen Versuchen sie in natürlich begränzte Gruppen zu ordnen vorzugsweise den Eigenthümlichkeiten ihrer Gestaltung, welche von den Organen der Vegetation herrühren, eine gröfsere Wichtigkeit einräumen werden, als den Organen der Fortpflanzung. Sind aber die wesentlichen Verschiedenheiten derselben insbesondere nur an solchen Theilen wahrnehmbar, welche dem Beobachter im Gebiete der vorweltlichen Pflanzenwelt kaum je zu Gesicht kommen können, so werden offenbar die davon abgeleiteten Kennzeichen in den untersten Rang zu versetzen seyn. Betrachten wir nun aber die einzelnen Arten der *Cycadeen* und der *Coniferen* nach ihren äufserlich wahrnehmbaren Eigenthümlichkeiten, vergleichen wir die Bildung ihrer Stämme, die Art der Insertion ihrer Blätter u. s. w., so werden wir durchaus nicht in Zweifel bleiben können, wohin sie zu setzen seyen. Schon A. Richard und später noch Decandolle haben es zugegeben, dafs die erstern in dieser Beziehung den *Palmen* und baumartigen *Monocotyledonen* am nächsten stehn, während die letztern sich unmittelbar an die vollkommner organisirten *Dicotyledonen* anschliefsen *). In der That sind auch bekanntlich die Stämme der einen, wenn sie ohne Begleitung von Blättern und Früchten gefunden werden, der Abtheilung *Endogenites* unterzuordnen, die andern aber sind so vollkommene *Exogeniten*, dafs wir nicht ohne Widerwillen aufhören können, die allgemeine Gültigkeit dieses wichtigen Unterschiedes aller nicht genauer bestimmbaren Pflan-

*) Vergl. *Mem. sur les Conifères et les Cycadées*, *p.* 183. *sq.* und *Organographie végétale*, *I. p.* 219. *II p.* 98—100.

zenreste zur Begründung zweier großer Haupt-Abtheilungen derselben aufzugeben. Hat doch auch selbst Hr. B., wahrscheinlich aus ähnlichen Gründen, in seiner beiliegenden Uebersichts-Tafel die Gattungen *Endogenites* und *Exogenites* noch mit aufgenommen, ungeachtet sie hier der von ihm aufgestellten vierten Klasse wegen alle Bedeutung verlieren.

Während wir indeſs die beiden Familien dieser neuen Klasse in B's. Uebersichts-Tafel aus den angegebenen Gründen getrennt, und die eine der Abtheilung der *Phanérogames Monocotylédones*, die andere den *Phanérogames Dicotylédones* beigesellt wünschten, haben wir keinesweges den hohen Grad ihrer Verwandtschaft übersehn, der vor Allem durch die denkwürdigen Arbeiten der HH. Richard Vater und Sohn so merkwürdig geworden ist. Die eigenthümliche zweilappige Bildung des Embryo, welche bei keiner bekannten Gattung der *Palmen Liliaceen* u. s. w. früher bemerkt worden war, nähert die *Cycadeen* in so hohem Grade den Dicotyledonen, daſs wir nach der einfachen Beobachtung dieses Kennzeichens allein nicht mehr anstehn würden, sie in diese höhere Klasse zu versetzen. Eben so aber steigen auf der andern Seite die *Coniferae* durch die unvollkommene Organisation ihrer Fructifications-Organe aus der großen Abtheilung der *Dicotyledonen* zu der vorhergehenden Klasse herab, und sie schließen sich doch andererseits wieder eben so innig der höher organisirten Klasse, und zwar durch dieselben Eigenschaften an, welche uns vermochten, die *Cycadeen* an die äußerste Spitze der vorhergehenden zu setzen. Sollten wir daher, noch Hrn. B's., *Phanerogames gymnospermes* als eine selbstständige Klasse von Vegetabilien beibehalten, so würden wir durchaus keinen Anstand nehmen, sie, nach einem geänderten System der Benennung, zwischen seine fünfte und sechste Klasse zu versetzen. Dieſs ist aber auch grade dieselbe Stelle, welche die hieher gehörigen Arten

vermöge ihres Vorkommens in der Reihenfolge der Schichten einnehmen, welche die Erdrinde zusammensetzen. Die ersten Spuren derselben verlieren sich im Gebiete der *ältesten Flötz-Sandsteinformation*, eben so wie die ersten Spuren der unvollkommener organisirten vierfüfsigen Thiere sich im ältesten *Flötz-Kalksteine* (im Kupferschiefer) zeigen. Beide werden allmälig herrschend, ja vorwaltend in der Flora und Fauna der Bildungen, welche unmittelbar jenseits der Kreide liegen, und beide werden zugleich endlich von den vollkommner organisirten Formen beider Reiche im Gebiete der letzten Schöpfungsperiode verdrängt, welche der gegenwärtig noch fortbestehenden unmittelbar vorhergegangen ist.

Fassen wir nun endlich die Resultate der bis hieher fortgeführten Betrachtungen übersichtlich zusammen, so ergiebt sich daraus:

1) Dafs es keine unter den allgemeiner verbreiteten Gebirgsformationen seit dem ersten Erscheinen organischer Geschöpfe gebe, in welcher nicht zugleich auch die Reste einer gleichzeitig fortbestehenden Land-Vegetation vorkommen.

2) Dafs die verschiedenen Perioden der vorweltlichen Vegetation zwar stufenweise, von der ältesten bis zur jüngsten, durch das fortgesetzte Eintreten von neuen, immer vollkommner organisirten, Pflanzen-Familien bezeichnet werden, dafs aber damit keinesweges ein völliges Verschwinden aller in den vorhergehenden Perioden vorhandenen Species verbunden sey.

3) Dafs sich die Arten der am vollkommensten entwickelten Klasse, der Dicotyledonen, bereits in der Bildungs-Epoche der Flötzformation einstellen, und dafs sich die ersten Spuren derselben schon in den ältesten Schichten des Flötzgebirges nachweisen lassen, während sie in den darauf folgenden an Häufigkeit ununterbrochen zunehmen.

Schliefslich bemerken wir noch, dafs wenn diese allgemeinen Resultate vielleicht mit dazu dienen können, die Geschichte der allmäligen Ausbildung der Erdrinde zu erläutern, wir den Erfolg derselben wesentlich den mühevollen Forschungen von Hrn. B. verdanken. Wir hoffen daher, dieser ausgezeichnete Naturforscher werde uns verzeihen, wenn wir in den vorliegenden Bemerkungen nicht immer dieselben Ansichten mit ihm getheilt haben.

A n h a n g.

Wir haben oben bereits das merkwürdige Auftreten vorweltlicher Pflanzenarten, welche man bis hieher dem alten Steinkohlengebirge für ausschliefslich eigenthümlich gehalten, in den Schichten einer mächtigen Bildung im südwestlichen Theile der Alpenkette erwähnt, welche, vermöge ihrer Lagerungsverhältnisse und vermöge der Beschaffenheit ihrer thierischen Versteinerungen, zu den Gliedern des Lias oder der grofsen Juraformation gerechnet werden müssen. Hr. Élie de Beaumont, dessen Talenten wir allein diese wichtige Entdeckung verdanken, hat derselben in zwei sehr gehaltreichen Abhandlungen *) eine Klarheit und Ausdehnung gegeben, welche die vollkommne Richtigkeit der eben bemerkten Thatsache aufser allen Zweifel setzen. Die genauen Bestimmungen der von diesem ausgezeichneten Beobachter an Ort und Stelle gesammelten Pflanzen, welche Hr. Ad. Brongniart unternommen, haben aufserdem nur dazu dienen können, das was Hrn. Beaumont schon eine vorläufige Ansicht des Hauptcharakters dieser Reste gelehrt hatte, genauer auszuführen **), und beide Naturforscher haben gleich

*) In den *Annal. des scienc. natur. Tome XIV. p.* 113. *sq.* und *Tome XV. p.* 353. *sq.*

**) Vergl. *Annal. des sc. nat. T. XIV. p.* 127. *sq.* und *T. XV. p.* 375. *sq.*

lebhaft den bedeutenden Einflufs empfunden, welchen die Kenntnifs einer so ungewöhnlichen Erscheinung auf die Grundsätze der Wissenschaft ausüben mufs.

Der auffallende Widerspruch, in welchem wir durch diese Arbeiten die Resultate der botanischen Untersuchung mit den Ergebnissen der zoologischen und geognostischen Forschung bei ein und derselben Formation finden, hat Hrn. B. veranlafst, hiebei eine von den bisherigen völlig abweichende Ansicht von den Verhältnissen der vorweltlichen Pflanzenwelt vorzutragen, welche wir hier einer critischen Betrachtung zu unterwerfen beabsichtigen.

Hr. B. glaubt zunächst aus den erwähnten Beobachtungen Beaumont's ableiten zu dürfen: dafs es in jener Epoche, in welcher die Lias-Formation aus dem allgemeinen Gewässer sich niederschlug, bereits einen Unterschied in den klimatischen Verhältnissen auf der Erdoberfläche gegeben haben müsse. Es ist ihm wahrscheinlich, dafs damals schon zwei durch den abweichenden Charakter ihrer Vegetation wesentlich verschiedene Regionen bestanden haben. Die eine, in welcher sich Europa und wahrscheinlich unsere ganze heutige gemäfsigte Zone befand, trug damals Pflanzen, welche von jenen, die eben dort früher in der Periode der Steinkohlenbildung vegetirten, völlig verschieden waren, in der andern dagegen, welche sich unstreitig über das ganze Gebiet unserer heifsen Zone erstreckte, war die ältere Vegetation unverändert geblieben. Unter gewissen Umständen aber konnte der Fall eintreten, dafs die Pflanzentheile der heifsen Zone entrissen, in die Länder der gemäfsigten übergeführt und dort abgesetzt wurden. Und so meint Hr. B. seyen die scheinbaren Anomalien entstanden, welche die Anthracit führenden Gebirgsarten der Alpen zeigen, je nachdem wir sie in ihren zoologischen und geognostischen, oder in ihren botanischen Charakteren kennen lernen.

So scharfsinnig indefs auch in der That diefs Er-

gebnifs aus den vorangegangenen Untersuchungen abgeleitet worden, so können wir doch durchaus nicht umhin zu bemerken, dafs die hier vorgetragenen Gründe für diese Ansicht uns keinesweges genügend scheinen, um daraus auf einen Zustand der Erdoberfläche in den letzten Perioden ihrer Ausbildung zu schliefsen, welcher von jenem ihrer früheren Periode so abweichend gewesen wäre.

Der Umstand, dafs die Pflanzen, die sich in den Anthracit-Schichten der Alpen finden, nicht von einer, vormals in der Nähe oder gar an derselben Stelle stattgefundenen Vegetation herrühren, wird von Hrn. B. zunächst aus dem fragmentarischen Zustande abgeleitet, in welchem sich alle ihm von dort zur Hand gekommenen Exemplare befanden. Niemals hatte zugleich bis hieher Hr. Beaumont dort aufrecht an ihrem ursprünglichen Fundorte stehende Stengel und Stämme gefunden, welche bekanntlich im Gebiete der alten Steinkohlenformation und in jenem des Keuper und des Lias, in andern Gegenden der Erde, keine seltenen Erscheinungen sind. Auch scheint selbst Hrn. B. keine so grofse Einförmigkeit der Pflanzen, die hier vorkommen, kein so häufiges Wiedererscheinen derselben Species stattzufinden, wie es in denjenigen Bildungen der Fall ist, welche die in ihren nächsten Umgebungen einst vorhandene Pflanzenschöpfung in ihren Schichten verbergen. Wir müssen indefs bemerken, dafs diese Erscheinungen, wenn sie gleich allerdings der Ansicht des Verfassers über den Ursprung der fraglichen Pflanzenreste günstig sind, dennoch zur unzweifelhaften Bestätigung derselben nicht ausreichen. Denn es wird wohl nicht erst nöthig seyn, darauf aufmerksam zu machen, von wie vielen andern rein localen Verhältnissen, welche hier unberücksichtigt blieben, die Art der Erhaltung vorweltlicher Organismen so häufig abhängig gewesen ist. Die gröfsere oder geringere Ruhe bei der Bildung der umgebenden Gebirgsarten, die verschieden-

artige Gröſse des Korns der von den Wasserfluthen abgerissenen Fragmente u. s. w. konnten auf ähnliche Weise dieselben Erscheinungen hervorbringen. Auch ist in der That doch die Ausdehnung, in welcher einige übereinstimmende Pflanzenarten aufgefunden wurden, ziemlich bedeutend, und nach den von Beaumont am Schlusse seiner Abhandlung (T. XV. p. 380. note) gegebenen Andeutungen mögen sich die Schichten des anthracitführenden Sandsteines, welche ähnliche Pflanzenreste einschlieſsen, mit groſser Wahrscheinlichkeit in einer Längenerstreckung von wenigstens 30 geogr. Meilen ununterbrochen wieder nachweisen lassen.

Auch dürfen wir wohl noch hinzufügen, daſs es uns überhaupt immer sehr gewagt zu seyn scheint, die Anwesenheit so vollkommen erhaltener zarter Ueberreste vorweltlicher Organismen durch Herbeiführung derselben aus den Ländern ferner Zonen zu erklären. Es ist dieſs bekanntlich dasselbe Hülfsmittel, dessen sich die ausgezeichnetesten Naturforscher früherer Zeiten beständig vergeblich bedienten, um dadurch das Vorkommen jener fremdartigen Thier- und Pflanzen-Formen an solchen Orten möglich zu finden, an welchen die noch fortbestehende thierische und vegetabilische Schöpfung einen völlig von den Resten der Vorwelt abweichenden Charakter trägt. Wir dürfen hiebei nur auf die merkwürdige Arbeit von Bernard de Jussieu verweisen, welcher bekanntich, um das Vorkommen tropischer Formen unter den Pflanzenabdrücken von St. Chaumont zu erklären *), dieselben als aus tropischen Ländern hieher geführt ansah. Wir dürfen ferner nur noch Pallas erwähnen, welcher **) die groſse Masse von vermeintlichen Elephantenknochen, Büffeln und Rhinoceroten, die sich in den Steppen Sibiriens finden, durch Fluthen, die das

*) *Mem. de l'Acad.* 1718, *p.* 287.

**) *Essai sur la formation des montagnes* 1777.

Himalajah-Gebirge und das Hochland von Inner-Asien überstiegen, aus Indien hieher führen liefs. Und Hr. B. wird es sicher verzeihlich finden, wenn wir die von ihm vorgetragenen Ansichten über die Ursachen des Vorkommens von Pflanzenresten in einem so grofsen Theile des Alpengebirges nur mit Mifstrauen aufnehmen.

Was indefs noch ferner die Meinung von Hrn. B. betrifft, als habe zu den Zeiten der Bildung des *Lias* u. s. w. bereits ein Unterschied in den vegetabilischen Erzeugnissen der Tropen und der gemäfsigten Zone statt gefunden, so scheint es uns, als würde durch die Weise, wie Hr. B. selbst später (in der vorhergehenden Abhandlung) den Charakter seiner Floren für die verschiedenen Perioden der Erdbildung fixirt hat, selbst jeder Gedanke an eine solche Art der Verschiedenheit entfernt gehalten. Und gewifs auch mit Recht. Denn so weit wir irgend wissen, war bis hieher noch nirgend eine Thatsache bekannt, welche uns nöthigen könnte, in allen früheren Perioden der Erdbildung irgend einen gleichzeitig bestehenden Unterschied in der organischen Schöpfung, ähnlich dem ihrer gegenwärtigen Vertheilung auf der Erdoberfläche, vorauszusetzen. Auch ist diefs gewifs um so wichtiger, weil sich daraus im Wesentlichen der hohe Grad von Bedeutung ableitet, welchen die Kenntnifs der Versteinerungen irgend einer Formation für die Bestimmung ihres Alters hat.

Vergleichen wir nun ferner noch die von Hrn. B. für die Bildungsperiode des *Lias* angenommene Voraussetzung dieser Art mit den aufserdem bisher bekannt gewordenen Erfahrungen über den zoologischen und botanischen Charakter dieser Formation, so werden wir entschieden darauf geführt werden, die Frage über die Zulässigkeit jener neuen Ansicht auf das Bestimmteste mit Nein zu beantworten. Zunächst ist schon das Vorkommen der Pflanzenfamilien, welche Hr. B. seiner dritten Vegetationsperiode für charakteristisch hält, überhaupt

nicht dazu geeignet uns glauben zu lassen: daſs während der Bildung der *Lias*- und *Jura-Formation* in der gegenwärtig gemäſsigten Zone ein anderes als unser heutiges Tropenklima geherrscht habe. Bei weitem die Mehrzahl der in diesen Schichten gefundenen Vegetabilien gehört nach Hrn. B's. eignen Untersuchungen der Familie der *Cycadeen*, ja 16 der von ihm unterschiedenen Arten derselben, mehr als ¼ des Ganzen, beziehn sich auf die einzig noch lebenden Geschlechter dieser Familie, auf *Zamia* und *Cycas*. Bekanntlich aber gehören diese Geschlechter zu denen, welche heute noch ausschlieſslich, entweder innerhalb der Tropenzone selbst, oder doch unmittelbar an ihren Gränzen, vorkommen. Eben so gehören zu diesen Erzeugnissen warmer Klimate die in dieser Bildung so häufig vorkommenden Stämme von *Equicetum columnare Brogn.*, welche die ungewöhnliche Länge von 10 Fuſs erreichen; ferner die 4 bis 5 Fuſs langen Blätter von Farrnkräutern aus der Gattung *Meniscium* *), die unläugbaren Ueberreste von *Musaceen*, welche Hr. B. selbst darin angegeben u. s. w. Auch ist die Verbreitung, in welcher diese Pflanzen bisher gefunden wurden, keinesweges eine solche, daſs wir daraus nur irgend eine Andeutung von einer Verschiedenheit des Klima's nach den Breitengraden herzunehmen im Stande wären.

*) Diese merkwürdigen Blätter sind bekanntlich zuerst von Hrn. B. im Sandsteine von *Hoer* in *Schonen* aufgefunden (vergl. *Annal. des sc. nat. Tom. IV. p.* 200. *suiv. pl.* 11.) worden, welchen der Verfasser mit vieler Wahrscheinlichkeit bereits für gleichzeitig mit der Bildung des Lias, oder seiner nächst angränzenden Schichten erkannte. Diese Muthmaſsung, damals allein aus dem Charakter der Vegetation hergeleitet, hat sich später auch durch die Auffindung thierischer Reste bestätigt. Denn ich erfahre durch eine Mittheilung von Hrn. Nilson, daſs man im Sandsteine von *Höganäs*, welcher mit jenem von *Hoer* höchstwahrscheinlich zu derselben Formation gehört, in Verbindung mit einigen noch nicht näher bestimmten Muscheln die *Avicula inaequivalvis* Sow. gefunden, welche, so weit wir bis jetzt wissen, ein Eigenthum des *Lias* und der untern Oolith-Schichten ist.

Die wohl bestimmbaren Ueberreste von *Equisetum columnare* sind bereits aus den Schichten der *Liasformation* von dem südlichen Abhange der Alpen bis zur nördlichen Spitze von Schottland, also in einem Zwischenraume von vollen 12 Breitengraden, bekannt, und die mit ihnen vorkommenden Formen von *Cycadeen* und *Farrnkräutern* gehören entweder gradezu denselben, oder doch wenigstens so sehr nahe verwandten Arten an, daſs wir daraus mit Recht auf die Gleichheit der äuſsern Bedingungen schlieſsen dürfen, unter welchen sie gelebt haben. Dr. Richardson, der wohl unterrichtete Gefährte des Capit. Franklin, auf seinen denkwürdigen Expeditionen nach der Nordwestküste Amerika's, hat der geologischen Societät zu *London* ein wichtiges Memoire vorgelegt, aus welchem sich ergiebt: daſs sich auch in diesen entfernten Gegenden, an den Ufern des *Mackenzie-Stromes*, bis zu 70° nördl. Breite, eine ausgezeichnete Kohlenformation, in Begleitung von Kalksteinen und bituminösen Schiefern, nachweisen lasse, welche wahrscheinlich mit jener des nördlichen *Schottland* u. s. w. identisch sey. Er hat in derselben *Farrnkräuter* und *Lepidodendron* aufgefunden; auch scheinen die gleichzeitig aufgefundenen thierischen Reste mit jenen der *Lias*- und *Jura-Formation* sehr wohl übereinzustimmen *). Es ist also wohl wenig wahrscheinlich, daſs sich die hier für einen so groſsen Theil der Erdoberfläche nachgewiesene Gleichartigkeit der klimatischen Verhältnisse während der Bildungsperiode des *Lias* nicht auch für den übrigen mit Schichten dieser Bildung bedeckten Theil derselben noch ferner bestätigen werde.

Hr. B. scheint ferner zu glauben, es hätte sich die früher wahrscheinlich nicht vorhandene Verschiedenheit der Klimate von jener Periode her allmälig bis zu ihrem ge-

*) Vergl. *Philosoph. Magaz. and Annals of Philosoph. Vol. III. p.* 443. *sq.*

gegenwärtigen Zustande ausgebildet. — Doch nicht allein von den klimatischen Verhältnissen während dieser mittleren Periode der Bildung secundärer Gebirgsarten, sondern auch noch von denen aller spätern Perioden, welche der gegenwärtigen vorangingen, scheinen dieselben Zeugnisse der gleichförmigen Verbreitung eines dem heutigen Tropenklima genäherten über die ganze Erdoberfläche nachweisbar. Stämme von *Monocotyledonen-Bäumen*, welche gegenwärtig nur als eine seltene Erscheinung bis in die südliche Gränze der gemäfsigten Zone hinein vorkommen, finden sich bekanntlich sowohl in den Schichten die sich unmittelbar an die Bildung der Kreide anschliefsen, als auch in den Braunkohlenlagern und den andern Schichten, der Tertiärformation. Und wenn auch ferner noch die bis hieher in diesen Bildungen aufgefundenen zahlreichen Thiergeschlechter mit solchen die meiste Verwandtschaft zeigen, welche heute noch ausschliefslich in den Meeren und auf dem Festlande niederer Breiten leben *), so ist es gewifs kein geringer Beweis für die vormals gleichförmige Verbreitung ein und desselben Klima über alle Theile der Erdoberfläche, wenn wir dieselben Versteinerungen in Bildungen gleichen Alters unter weit von einander entfernten Breitengraden zerstreut finden. Und so zeigt es denn auch in der That die Erfahrung. Dieselben organischen Reste aus der *Tertiärformation* und dem *Diluvium*, welche bereits übereinstimmend aus dem Becken von *Paris* und von *London*, aus den subapenninischen Hügeln, so wie von den Küsten der Ostsee bekannt waren, haben sich neuerlich in gleichartig gebildeten Schichten an den Ufern des *Ira-*

*) Diese grofse Verwandtschaft wird unter andern, wie Al. von Humboldt zuerst bemerkte, auf eine sehr überraschende Weise auch durch das Verhältnifs der einschaaligen unter den fossilen Muscheln zu den zweischaaligen bewiesen, welches jenem in der heutigen Tropen-Fauna sehr nahe steht. Vergl. *Essai sur le gisem, p.* 42. *Relat. hist. Tom. X. p.* 304. *Defrance Tableau des corps organisés fossiles*, §. 60.

waddi in Hinter-Indien *), in den Umgebungen des *Brahmaputra* in *Bengalen* **), auf *Jamaica* ***) und höchstwahrscheinlich auch auf den Antillen †) wieder nachweisen lassen. Wir dürfen endlich ferner nur einen Blick auf die Lage der bis jetzt bekannt gewordenen Fundorte einiger Arten jener ausgestorbenen gigantischen Pachydermen der Diluvial-Zeit werfen, um daraus die sichere Ueberzeugung zu gewinnen, daſs es während der Dauer jener Schöpfungsperiode, welche der unsrigen unmittelbar vorherging, in einem Raume, welcher von der Mündung der Lena (von 70° Br.) bis in den Wendekreis reicht, auf beiden Ufern des atlantischen Oceans ein gleichartig verbreitetes Klima gegeben haben müsse, welches auſserdem jenem der heutigen Tropenzone wenigstens sehr analog war. Wir verdanken dieses wichtige Resultat, für die vorweltliche Geschichte des Erdkörpers, wesentlich den mühevollen Forschungen von Cuvier. Es ist leicht daraus den Schluſs abzuleiten, daſs jene merkwürdige Revolution, die den gegenwärtigen Zustand der Erdoberfläche hervorrief, auch dieselbe gewesen sey, mit welcher sich plötzlich ein bisher nicht nachweisbarer Unterschied der Klimate einstellte. Ein Ereigniſs, welches mit so furchtbarer Schnelligkeit hereinbrach, daſs uns dadurch die Bewohner der tropischen Wälder und Savannen Sibiriens bekanntlich unversehrt, mit allen ihren weichen Theilen von den Eisschollen des Polar-Meeres eingeschlossen, aufbewahrt wurden!

*) S. *Philos. Magaz. and Annals of Philos. Vol. III. p.* 447.

**) S. *Colebrooke* in den *Geological Transact. sec. series, Vol. I. Part. I. p.* 135.

***) Vergl. *De La Beche Geology of Jamaica Geol. Transact. sec. series, Vol. II. Part. II. p.* 170. *sq.*

†) Vergl. *Nugent Sketch of the Geol. of the Island of Antigua. Geol. Transact first series, Vol. V. Part. II. p.* 460. *sq.* — *Brongn. Descript. geol. des environs de Paris,* 1822, *p.* 201. *sq.* — *Al. von Humboldt, Relat. hist. X. p.* 303.

VIII. *Ueber die in der Natur vorkommenden nicht oxydirten Verbindungen des Antimons und des Arseniks; von Heinrich Rose.*

Die in der Natur vorkommenden nicht oxydirten Verbindungen des Antimons und des Arseniks können in drei Klassen gebracht werden.

Die erste von diesen Klassen enthält die Verbindungen des Antimons und des Arseniks mit elektropositiven Metallen.

Die zweite Klasse umfaſst die Verbindungen des Schwefelantimons und des Schwefelarseniks mit elektropositiven Schwefelmetallen. Diese Verbindungen sind denen gleich zusammengesetzt, welche Berzelius entdeckt, und Schwefelsalze genannt hat.

Zur dritten Klasse gehören Doppelverbindungen aus Verbindungen der ersten Klasse mit Schwefelmetallen.

Alle diese Verbindungen, besonders aber die der zweiten Klasse, sind sowohl in wissenschaftlicher, als auch in technischer Hinsicht wichtig. Da ich mich seit längerer Zeit bemüht habe, eine möglichst genaue Kenntniſs ihrer Zusammensetzung zu erlangen, so werde ich hier nicht nur die Resultate der Analysen dieser Substanzen mittheilen, sondern auch von dem Gange der Untersuchungen Rechenschaft ablegen, zumal da dieser in manchen Fällen mit ungewöhnlichen Schwierigkeiten verknüpft ist.

I. Antimon- und Arsenikmetalle.

Zu dieser Klasse gehören zwei Verbindungen des Arseniks mit dem Nickel (Kupfernickel und Arseniknickel), ferner die Verbindung des Arseniks mit dem Ko-

balt (Speiſskobalt) und zwei Verbindungen des Antimons mit dem Silber, die bisweilen Arsenik enthalten.

Auſser diesen gehören noch zu dieser Klasse mehrere Arsenikverbindungen, die zwar nur selten krystallisirt oder krystallinisch vorkommen, aber doch in technischer Hinsicht sehr wichtig sind. Man hat sie oft mit den Verbindungen der dritten Klasse verwechselt, doch unterscheiden sie sich von diesen dadurch, daſs in ihnen der Schwefel zwar nicht gänzlich fehlt, aber doch nur in so geringer Menge vorhanden ist, daſs er nicht wesentlich zur Zusammensetzung der Verbindung gehören kann. Die wichtigste von diesen Verbindungen ist der sogenannte Arsenikkies von Reichenstein in Schlesien, aus welchem der gröſste Theil der im Handel vorkommenden arsenichten Säure bereitet wird. Klaproth und Karsten haben gezeigt, daſs er nur sehr wenige Procente Schwefel enthält, und sonst blos aus Arsenik und Eisen besteht. Mohs, der ihn axotomen Arsenikkies nennt, hat seine Krystallform beschrieben. Er hat eine analoge Zusammensetzung mit dem Arseniknickel, und enthält 2 Atome Arsenik gegen ein Atom Eisen.

II. Unterantimon- und arsenichtschtweflige Verbindungen.

Die wahre Zusammensetzung der Verbindungen, die aus Schwefelantimon und Schwefelarsenik, verbunden mit elektropositiven Schwefelmetallen, bestehen, kann erst richtig erkannt werden, nachdem Berzelius gefunden hat, daſs einfache elektronegative Körper mit elektropositiven Körpern, wenn beide mit Schwefel verbundensind, salzartige Verbindungen geben, die ganz analog den Verbindungen sind, welche beide Körper, wenn sie an Sauerstoff gebunden sind, bilden. Nur Substanzen, die mit Sauerstoff Säuren bilden, geben, wenn sie in einem ähnlichen Verhältnisse mit Schwefel verbunden sind, mit Schwefelmetallen diese

Verbindungen. Das der arsenichten Säure entsprechende Schwefelarsenik, das Operment ($\overset{'''}{A}$), giebt, nach Berzelius, mit den Schwefelverbindungen der Metalle der Alkalien und Erden eine Reihe von Schwefelsalzen in mehreren Verhältnissen, die im Wasser auflöslich sind, und von denen ein grofser Theil krystallisirt. Aehnliche, aber im Wasser unauflösliche Verbindungen, werden mit den Schwefelverbindungen anderer elektropositiver Metalle hervorgebracht. Die Natur liefert mehrere derselben im krystallisirten Zustande. — Berzelius hat seine Untersuchungen noch nicht auf die Schwefelsalze ausgedehnt, welche die Schwefelverbindungen des Antimons mit elektropositiven Schwefelmetallen bilden. Wir wissen indessen durch die Untersuchungen von Schlippe*), dafs Schwefelsalze dieser Art, und zwar recht ausgezeichnete, durch das Schwefelantimon gebildet werden, welches der Antimonsäure entsprechend zusammengesetzt ist. Auch die niedrigste Schwefelungsstufe des Antimons, welche dem Antimonoxyde entspricht ($\overset{'''}{Sb}$), liefert Schwefelsalze, die jedoch noch nicht untersucht sind. Dieses Verhalten ist dem des Antimonoxyds ganz analog, welches weit geneigter ist, salzartige Verbindungen mit Basen, als wie mit stärkeren Säuren zu bilden. In der Natur treffen wir Schwefelsalze, welche die niedrigste Schwefelungsstufe des Antimons bildet; es finden sich diese sehr häufig, auch sind sie im reinen Zustande krystallisirt.

Da es schwer ist, krystallisirte Antimonverbindungen künstlich darzustellen, so hat man bis jetzt noch nicht die Isomorphie des Antimons und des Arseniks in ihren entsprechenden Verbindungen mit Gewifsheit beweisen können. Mitscherlich hat in früheren Zeiten Gelegenheit gehabt, ein von v. Bonsdorff bereitetes Antimonoxyd mit den Krystallen der arsenichten Säure zu vergleichen; ersteres war in regulären Octaëdern krystallisirt wie letz-

*) Schweigger's Jahrbuch der Chemie, Bd. 33. S. 320.

tere. Auch die Rhomboëder des regulinischen Arseniks und Antimons scheinen dieselben Winkel zu haben; doch sind die Krystalle des erstern von der Art, dafs die Winkel derselben nicht genau gemessen werden können. Breithaupt scheint vielleicht davon besser mefsbare Krystalle gehabt zu haben *). Aus den Untersuchungen, die ich hier mittheilen werde, geht indessen ganz unzweideutig hervor, dafs die in der Natur vorkommenden krystallisirten Verbindungen des Schwefelarseniks und des ihm entsprechend zusammengesetzten Schwefelantimons isomorph sind. Sie ersetzen sich gegenseitig nicht nur so, dafs dieselben Schwefelbasen Verbindungen von derselben Krystallform, sowohl mit Schwefelantimon, als auch mit Schwefelarsenik bilden, sondern es kommen beide in andern Verbindungen in den mannigfaltigsten Verhältnissen zusammen vor; doch so, dafs dann immer der Schwefelgehalt beider zusammengenommen in demselben Verhältnisse zu dem der basischen Schwefelmetalle steht, als wenn diese in isomorphen Verbindungen entweder mit Schwefelantimon oder mit Schwefelarsenik allein vorkommen.

Die Schwefelbasen, mit welchen Schwefelantimon und Schwefelarsenik zusammen vorkommen, sind folgende: Schwefelblei, Schwefelsilber, Schwefelkupfer, Schwefelzink und Schwefeleisen. Alle diese kommen nie, wenigstens in den Verbindungen, die ich analysirt habe, zusammen vor, doch finden sich häufig die vier letzten zugleich in Verbindungen, z. B in den Fahlerzen. Ich habe nie gesehen, dafs Schwefelblei mit den übrigen Schwefelbasen zusammen vorkommt, ausgenommen mit dem Schwefelkupfer, und manchmal mit kleinen Quantitäten von Schwefeleisen, die jedoch so klein sind, dafs sie nicht wesentlich zur Zusammensetzung der Verbindung zu gehören scheinen. Die Verbindungen, welche kein Schwefelblei enthalten, sind völlig frei von Blei, auch wenn sie mit

*) Schweigger's Jahrbuch der Chemie, Bd. LI. S. 360.

Bleiglanz umgeben sind, oder ihre Krystalle in denen des Bleiglanzes sitzen. Ich fand ferner, dafs Schwefelblei nur mit Schwefelantimon, nie aber mit Schwefelarsenik Verbindungen bildet, während die übrigen Schwefelbasen mit beiden verbunden vorkommen.

Die Analyse dieser Verbindungen ist mit den gröfsten Schwierigkeiten verknüpft. Es giebt vielleicht wenige in der Natur vorkommende Substanzen, deren Untersuchung schwieriger ist. Ich habe mehrere Methoden versucht, doch gaben sie mir im Anfange gröfstentheils keine genaue Resultate; ich werde daher nur die beschreiben, nach welchen ich, bei gehöriger Sorgfalt, Resultate erhielt, mit denen ich zufrieden seyn konnte.

Zur Analyse benutzte ich nur Stücke von vollkommner Reinheit. Obgleich die meisten dieser Verbindungen in ihrem krystallisirten und reinsten Zustande sehr selten sind, so habe ich doch zu meinen Untersuchungen nur vollkommen reine Krystalle, nie derbe Massen benutzt, wenn diese auch von der gröfsten Reinheit zu seyn schienen. Es wäre mir unmöglich gewesen, diese Untersuchungen anzustellen, wenn ich nicht von vielen Seiten auf das zuvorkommendste dazu unterstützt worden wäre. Vorzüglich verdanke ich sehr viel der Güte des Hrn. Professor Weifs, durch den ich alle Stücke aus der Königlichen Mineraliensammlung erhielt, deren Analyse ich anzustellen wünschte. Auch wurde ich noch sehr bei meinen Untersuchungen unterstützt von dem Hrn. Bergmeister von Weissenbach in Freiberg, so wie von dem Herrn Medicinal-Rath Bergemann in Berlin, Hrn. Bergrath Zinken in Mägdesprung, und Hrn. Professor Zippe in Prag.

Bei der Analyse dieser Verbindung ist eine der gröfsten Schwierigkeiten die Bestimmung der Menge des Schwefels und des Antimons, wenn in der Verbindung zugleich Silber, oder auch Blei enthalten ist. Antimon und Arsenik lassen sich zwar vom Silber und Blei sehr gr

wasserstoffschwefliges Schwefelammonium trennen, dann kann indessen nicht die Menge des Schwefels bestimmt werden. Will man die Verbindungen durch Königswasser oxydiren, so mengt sich Chlorsilber und schwerlösliches Chlorblei mit ausgeschiedenem Schwefel; oxydirt man sie durch Salpetersäure, so erhält man Antimonoxyd, oder antimonichte Säure mit Schwefel gemengt. Man könnte wohl durch rauchende Salpetersäure allen Schwefel vollständig oxydiren, doch läfst sich durch Behandlung mit Salpetersäure das Antimon nicht quantitativ von den andern Substanzen abscheiden, weil immer eine nicht unbeträchtliche Menge von Antimonoxyd von der Säure mit aufgelöst wird. Am vortheilhaftesten ist es daher in diesen Verbindungen den Schwefel und die Metalle durch Chlorgas in Chlorverbindungen zu verwandeln, und die flüchtigen Chlorbindungen von den nicht flüchtigen durch Destillation zu trennen, eine Methode, der sich bekanntlich zuerst Berzelius bei Mineralanalysen bedient hat. — Es werden zwar alle Schwefelmetalle durch Chlorgas zerlegt, doch geschieht diefs bei keinen so leicht und in kürzerer Zeit, als bei denen, in welchen Schwefelantimon und Schwefelarsenik mit basischen Schwefelmetallen verbunden sind. Auch aus diesem Grunde ist es vorzuziehen, die Zersetzung dieser Verbindungen durch Chlorgas zu bewirken. Sie verwandeln sich leichter in Chlormetalle, als die Verbindungen des metallischen Antimons und Arseniks mit andern Metallen.

Bei diesen Zerlegungen ist es nothwendig, dafs das Chlorgas sehr langsam über die zu untersuchende Verbindung geleitet wird. Man mufs es deshalb aus Kochsalz und Braunstein ohne äufsere Erwärmung entwickeln, und zu dem Gemenge nach und nach kleine Quantitäten von Schwefelsäure hinzusetzen, die mit wenigem Wasser verdünnt worden ist. Es geschieht diefs am besten durch einen Sicherheitstrichter. Das Chlorgas wird darauf durch Chlorcalcium getrocknet, und dann über die Verbindung

geleitet, die in einer kleinen Glaskugel liegt, an welche zu beiden Seiten Glasröhren gelöthet sind. Diese Glaskugel ist vorher gewogen worden. Wenn die zu untersuchende Substanz im gepulverten Zustande hineingebracht worden ist, wird sie wieder gewogen, und darauf mit der Chlorentbindungsflasche in Verbindung gesetzt. Die eine längere Glasröhre der Kugel mufs von einem nicht zu kleinen Durchmesser seyn, sie wird nach dem Wägen rechtwinklicht gebogen und durch das Loch eines Korkes in eine Flasche geleitet, die bis zum dritten Theile ihres Volumens mit einer schwachen Auflösung von Weinsteinsäure, zu welcher man etwas Chlorwasserstoffsäure gesetzt hat, angefüllt ist. Die Glasröhre endigt einige Linien unter der Oberfläche der Flüssigkeit. Durch ein zweites Loch des Korkes geht eine Gasableitungsröhre aus der Flasche. Wenn der ganze Apparat sich mit Chlorgas angefüllt hat, erhitzt man die Glaskugel, in welcher die zu untersuchende Verbindung liegt, durch die kleinste Flamme, die man mit einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge hervorbringen kann. Chlorschwefel, so wie auch Chlorarsenik und Chlorantimon, destilliren dann ab, und werden durch die Flüssigkeit in der Vorlage zersetzt. Wenn man das Chlorgas sehr langsam über die Verbindung streichen läfst, und der leere Raum über der Auflösung der Weinsteinsäure mit feuchtem Chlorgas angefüllt ist, so wird die schweflichte Säure, welche sich durch Zersetzung des Chlorschwefels bildet, leicht und vollständig in Schwefelsäure verwandelt, während sich Schwefel abscheidet. Dieser sondert sich als Tropfen ab, die lange flüssig bleiben. — Das Antimon wird hiebei nur in festes Antimonchlorür verwandelt, das leicht flüchtig ist. Wird es durch die Flüssigkeit der Vorlage zersetzt, so scheidet sich anfangs zwar Antimonoxyd ab, doch wird diefs bald durch die Weinsteinsäure und die Chlorwasserstoffsäure der Flüssigkeit wieder aufgelöst. Man treibt durch die Flamme einer kleinen Spi-

rituslampe die flüchtigen Chlormetalle von der Glaskugel ab immer weiter nach der Flasche zu; wenn sich dann nichts Flüchtiges mehr entwickelt, hört man auf die Glaskugel zu erwärmen. Nach dem Erkalten kann man noch längere Zeit hindurch das Chlorgas sich entwickeln lassen, weil dadurch oft die ganze Menge des Schwefels in der Flüssigkeit vollständig aufgelöst wird. Man schneidet darauf den untern Theil der Glasröhre, in welchem noch flüchtige Chlormetalle befindlich sind, ab, und läfst ihn in die Flasche fallen, die man gleich darauf mit einem Glasstöpsel verschliefst.

Die Länge der Zeit, in welcher die Verbindungen des Schwefelantimons und des Schwefelarseniks mit basischen Schwefelmetallen zersetzt werden, beträgt ungefähr bei einer Quantität von einigen Grammen etwas mehr als eine Stunde, von der Zeit an, wo sich der ganze Apparat mit Chlorgas gefüllt hatte, und wo man anfing, die Substanz zu erwärmen. — Die Verbindungen werden schon in ganzen Stücken durch Chlorgas vollständig zersetzt. Es ist indessen durchaus nothwendig, sie gepulvert anzuwenden, weil sie fast alle in Stücken bei der ersten Einwirkung der Hitze decrepitiren, wodurch sehr leicht Stücke aus der Glaskugel geschleudert, und in die Flasche, die als Vorlage dient, geworfen werden können.

Enthält die zu untersuchende Verbindung Schwefeleisen, so verflüchtigt sich zwar ein Theil des entstehenden Eisenchlorids, doch ist es nicht möglich, die ganze Menge des Eisenchlorids mit den andern flüchtigen Chlormetallen und dem Chlorschwefel überzutreiben, da man keine zu hohe Temperatur bei der Zersetzung dieser Schwefelverbindungen anwenden darf. Wiederum kann die Operation unmöglich so eingerichtet werden, dafs alles Eisenchlorid bei den nicht flüchtigen Chlormetallen bleibt. Man mufs daher in solchen Fällen das Chlorgas so lange über die erhitzte Substanz strömen lassen, bis

aufser Eisenchlorid keine andere flüchtige Chlormetalle mehr abdestilliren. Das Eisenchlorid ist an seiner Farbe und an den Krystallflittern, die es bildet, wenn es in der Röhre, worin es sich sublimirt hat, durch die Flamme einer kleinen Spirituslampe weiter getrieben wird, leicht zu erkennen, und läfst sich dadurch von den andern, leichter flüchtigen Chlormetallen ganz gut unterscheiden. Wenn sich nun nur noch Eisenchlorid verflüchtigt, hört man mit dem Erhitzen auf. Der gröfste Theil des Eisenchlorids befindet sich dann in der Glaskugel bei den nicht flüchtigen Chlormetallen; der weit geringere Theil ist mit den flüchtigen Chlorverbindungen überdestillirt.

Enthält die durch Chlorgas zersetzte Schwefelverbindung Schwefelzink, so findet man, wenn bei der Zersetzung keine zu starke Hitze angewandt worden ist, die ganze Menge des Chlorzinks bei den nicht flüchtigen Chlormetallen. Es scheint, dafs nur das wasserhaltige, nicht das wasserfreie Chlorzink leicht flüchtig ist. Hat man indessen eine zu starke Hitze gegeben, so befindet sich eine Spur von Chlorzink bei den flüchtigen Chlormetallen.

Wenn Schwefelblei in der Verbindung enthalten ist, mufs man eine zu heftige Erhitzung der Substanz sorgfältig vermeiden, weil sonst nicht die ganze Menge des Chlorblei's in der Glaskugel bei den nicht flüchtigen Chlormetallen bleibt.

Die fernere Untersuchung zerfällt nun in die Untersuchung der Flüssigkeit in der Flasche, und in die der nicht flüchtigen Chlormetalle in der Glaskugel.

Untersuchung der flüchtigen Chlorverbindungen. In der Flüssigkeit der Flasche sind die flüchtigen Chlormetalle aufgelöst; aufserdem befindet sich noch Schwefelsäure und Schwefel darin, deren Menge zuerst bestimmt werden mufs. Es ist schon oben angeführt, dafs es nicht schwer hält, allen Schwefel vollständig zu oxydiren; um diefs zu bewirken, mufs man zwar das Chlorgas während

einiger Tage durch die Flüssigkeit leiten, doch braucht man während dieser Zeit sich gar nicht um die Operation zu bekümmern.

Nach beendigter Zersetzung erwärmt man die Flasche höchst gelinde so lange, bis das freie Chlor verjagt ist. Wenn freier Schwefel vorhanden ist, so wartet man mit dem Filtriren desselben noch etwas, weil er nicht nur längere Zeit flüssig bleibt, sondern auch selbst nach Erwärmung der Flüssigkeit noch einige Zeit hindurch schmierig ist. Wenn er vollkommen erhärtet ist, wird er auf einem gewogenen Filtrum filtrirt, getrocknet und gewogen. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit schlägt man durch eine Auflösung von Chlorbaryum die entstandene Schwefelsäure nieder. Es ist dann gut zu der von der schwefelsauren Baryterde abfiltrirten Flüssigkeit verdünnte Schwefelsäure zu setzen, um die überschüssig zugesetzte Baryterde fortzuschaffen. Hierauf leitet man durch die Flüssigkeit einen langsamen und lange anhaltenden Strom von Schwefelwasserstoffgas, um das aufgelöste Antimon und Arsenik als Schwefelmetalle zu fällen. Das Schwefelantimon wird früher gefällt, als das der Arseniksäure entsprechende Schwefelarsenik; man sieht deutlich, daſs eine oranienrothe Schicht, die zuerst entsteht, von einer hellgelben, später entstehenden bedeckt wird. Wenn nun die Flüssigkeit vollständig mit Schwefelwasserstoff gesättigt ist, darf man sie nicht sogleich von den gefällten Schwefelmetallen abfiltriren, sondern muſs sie vorher an einen sehr mäſsig erwärmten Ort so lange hinstellen, bis der Geruch nach Schwefelwasserstoff verschwunden ist. Versäumt man diese Vorsicht, so bleiben kleine Mengen von Schwefelantimon und gröſsere Mengen von Schwefelarsenik aufgelöst; es werden diese aber vollständig gefällt, wenn der aufgelöste Schwefelwasserstoff durch Erwärmung verjagt worden ist. Hierauf werden durch fleiſsiges Umrühren Schwefelantimon und Schwefelarsenik mit einander sehr gut gemengt, dann auf einem gewogenen

Filtrum filtrirt und ausgesüfst. — Die von diesen Schwefelmetallen abfiltrirte Flüssigkeit enthält noch eine kleine Menge von Eisenoxyd aufgelöst, wenn Schwefeleisen in der zur Untersuchung angewandten Substanz enthalten war. Wegen der Gegenwart der Weinsteinsäure kann das Eisenoxyd nicht durch Ammoniak gefällt werden. Man übersättigt daher die Flüssigkeit mit Ammoniak, und versetzt sie mit wasserstoffschwefligem Schwefelammonium. Sie wird zuerst dadurch nur grün gefärbt, ohne dafs eine Fällung entsteht. Setzt man aber das Ganze während einiger Zeit einer mäfsigen Wärme aus, so scheidet sich das Schwefeleisen ganz vollkommen aus. Man süfst es mit Wasser aus, zu dem etwas wasserstoffschwefliges Schwefelammonium hinzugefügt worden ist, und zersetzt es durch Chlorwasserstoffsäure; man oxydirt hierauf die Auflösung durch Salpetersäure, und fällt aus derselben das Eisenoxyd durch Ammoniak.

Ich habe viele Versuche angestellt, um in dem erhaltenen Niederschlag des Schwefelantimons und des Schwefelarseniks das Antimon vom Arsenik zu trennen. Die Methode, welche mir Resultate gegeben hat, mit welchen ich ziemlich zufrieden seyn konnte, und die ich bei der Analyse aller Mineralien, die Arsenik und Antimon zugleich enthalten, anwandte, ist folgende: Es wird das Gemenge beider Schwefelmetalle auf dem gewogenen Filtrum bei höchst gelinder Wärme getrocknet; wenn es hiedurch nichts mehr an Gewicht verliert, bestimmt man das Gewicht desselben. Hierauf nimmt man einen beliebigen Theil davon, etwa die Hälfte, und schüttet ihn in ein grofses Becherglas. Das zurückgebliebene Schwefelmetall wird mit dem Filtrum wieder so lange getrocknet, bis man das Gewicht desselben bestimmen kann; hieraus ergiebt sich dann die Menge des Schwefelmetalls, die zur weitern Untersuchung genommen worden ist. Diese oxydirt man sehr vorsichtig mit Königswasser, oder behandelt sie zuerst mit rauchender Salpetersäure, und dann

mit Chlorwasserstoffsäure. Wendet man statt der rauchenden Säure eine schwache Salpetersäure an, so geschieht es oft, dafs sich dann aus dem sehr fein zertheilten Schwefelantimon eine geringe Spur von Schwefelwasserstoffgas entwickelt, was sorgfältig vermieden werden mufs. Will man eine schwächere Säure anwenden, so mufs diese vorher beinahe bis zum Kochen erwärmt werden. Es wird nachher so viel Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt, dafs sich alles Antimonoxyd vollständig auflöst; hierauf setzt man noch eine gehörige Menge von Weinsteinsäure hinzu. Manchmal hat sich aller Schwefel vollständig oxydirt. Ist diefs nicht der Fall, so verdünnt man die Auflösung mit Wasser, und filtrirt den ausgeschiedenen Schwefel auf einem gewogenen Filtrum; hierauf bestimmt man die Menge desselben. Zu der filtrirten Flüssigkeit setzt man nun eine Auflösung von Chlorbaryum, und berechnet aus dem Gewicht der gefällten schwefelsauren Baryterde die darin enthaltene Menge Schwefel. Wenn man so den Gehalt an Schwefel in einer gewogenen Menge der Schwefelmetalle bestimmt hat, ergiebt sich das gemeinschaftliche Gewicht des Arseniks und des Antimons leicht. — Ein anderer Theil der getrockneten Schwefelmetalle wird in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erhitzt, wodurch reines metallisches Antimon zurückbleibt, während Schwefel und Arsenik verjagt werden. Man wägt zu dem Ende eine kleine Glaskugel, an welche zu beiden Seiten Glasröhren angelöthet sind, und füllt sie mit einer beliebigen Menge der getrockneten Schwefelmetalle an; dann reinigt man die Glasröhren mit der Fahne einer Feder sehr sorgfältig, und wägt das Ganze von Neuem, wodurch man die Menge der Schwefelmetalle erfährt, die zum Versuche angewandt wird. Hierauf wird die Glaskugel mit einem Apparat verbunden, in welchem man einen langsamen Strom von Wasserstoffgas entwickelt, welcher durch eine Röhre, die mit Chlorcalcium angefüllt ist, geleitet wird. Wenn sich nun

die Kugel mit trocknem Wasserstoffgas angefüllt hat, so erhitzt man sie anfangs allmälig, nachher aber stärker. Es entweicht zuerst der überschüssige Schwefel des Schwefelantimons; darauf sublimirt Schwefelarsenik, von dem ein grofser Theil durch die Einwirkung des Wasserstoffgases in metallisches Arsenik verwandelt wird. Man trägt Sorge, durch die Flamme einer kleinen Spirituslampe alles Sublimirte aus der Röhre zu treiben. Sehr nothwendig ist es, die Glaskugel nicht zu lange stark zu erhitzen, weil sonst mit dem sublimirten Arsenik leicht auch Antimon fortgehen kann; wiederum darf man keine zu schwache Hitze geben, weil dann die Reduction nicht vollständig geschieht. Wenn man die gehörige Vorsicht beobachtet, so giebt nach einiger Uebung und Erfahrung diese Methode ein Resultat, das gewöhnlich nur um ein halbes Procent von der Wahrheit abweicht. — Das zurückgebliebene Antimon wird gewogen. Da man auf diese Weise den Antimongehalt in den erhaltenen Schwefelmetallen erfährt, und durch einen andern Versuch schon den Schwefelgehalt in denselben bestimmt hat, so ergiebt sich die darin befindliche Menge Arsenik durch den Verlust.

Diese Methode, Arsenik von Antimon zu trennen, ist andern Methoden, die man zur Scheidung beider Metalle, oder der Oxyde beider vorgeschlagen hat, vorzuziehen. Es ist übrigens nöthig, das Schwefelarsenik in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas von dem Antimon abzutreiben, weil bei einer gewöhnlichen Destillation eine nicht unbedeutende Menge von Schwefelantimon mit dem Schwefelarsenik verflüchtigt wird. Das zurückgebliebene Antimon ist ganz frei von Arsenik. Beide Metalle haben so wenig Verwandtschaft zu einander, dafs sie sich durch blofse Erhitzung beim Ausschlufs der Luft von einander trennen lassen.

Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dafs man bei der angeführten Methode Sorge tragen mufs,

nichts von den Arsenikdämpfen einzuathmen; auch versteht es sich von selbst, dafs die Operation unter einem Rauchfange, und nicht in einem Zimmer des Laboratoriums angestellt werden mufs.

Man sieht übrigens ein, dafs nach dieser Methode der geringste Gehalt an Antimon im Schwefelarsenik leichter aufgefunden und gewogen werden kann, als sich ein geringer Gehalt an Arsenik im Schwefelantimon bestimmen läfst.

Untersuchung der nicht flüchtigen Chlormetalle. — Wenn in der zur Untersuchung angewandten Verbindung sich kein Kupfer befindet, so ist es in den meisten Fällen vortheilhaft, das Gewicht der nicht flüchtigen Chlormetalle zu bestimmen. Diefs geschieht auf die Weise, dafs man nach Zersetzung der Verbindung durch Chlorgas das Gewicht der Glaskugel mit ihrem Inhalte bestimmt, und nachher die leere und getrocknete Glaskugel wiederum wägt. Da indessen die Glaskugel mit den an beide Seiten angelötheten Glasröhren schon früher gewogen worden ist, ehe man die zu untersuchende Verbindung hinein gebracht hat, so braucht man nur die abgeschnittenen Theile der Glasröhre nach dem Reinigen zu trocknen, und gemeinschaftlich mit der Glaskugel und den darin befindlichen nicht flüchtigen Chlormetallen zu wägen. Die Bestimmung des Gewichtes derselben ist dann besonders vortheilhaft, wenn in der zur Untersuchung angewandten Verbindung als basisches Schwefelmetall nur Schwefelsilber oder Schwefelblei vorhanden war. Es bleibt dann nur Chlorsilber oder Chlorblei zurück, aus deren Gewicht man gleich den Gehalt an Silber oder Blei berechnen kann. Wenn indessen in der Verbindung auch Schwefelkupfer vorhanden war, so ist das Wägen der nicht flüchtigen Chlormetalle von gar keinem Nutzen. Es enthalten diese dann Kupferchlorid und Kupferchlorür zugleich nach unbestimmten Verhältnissen, und zwar um so viel mehr von letzterem, je stär-

ker

ker die Hitze war, welche bei der Zersetzung angewandt wurde.

Die Glaskugel mit den nicht flüchtigen Chlormetallen wird gewöhnlich zuerst in der Wärme mit Chlorwasserstoffsäure und Wasser beim Zutritt der Luft behandelt. Das vorhandene Kupferchlorür verwandelt sich dadurch vollständig nach einiger Zeit in Kupferchlorid, und wird aufgelöst. Ist Silber zugegen, so bleibt diefs nach Verdünnung der Flüssigkeit mit Wasser als Chlorsilber vollständig zurück. Durch die davon abfiltrirte Flüssigkeit wird ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet, um das Kupfer als Schwefelkupfer zu fällen. Das Kupferoxyd ist vom Eisenoxyd sowohl, als auch vom Zinkoxyd durch kein anderes Mittel quantitativ zu trennen. Das erhaltene Schwefelkupfer wird durch Königswasser oxydirt; wenn das Kupferoxyd durch Abdampfen und durch Zusatz von Schwefelsäure vollständig in schwefelsaures Kupferoxyd verwandelt worden ist, wird es aus der mit Wasser verdünnten Auflösung durch kaustisches Kali heifs gefällt. Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Flüssigkeit wird mit etwas Salpetersäure versetzt, und so lange erhitzt, bis alles Eisen in Eisenoxyd verwandelt worden ist; dieses fällt man dann durch einen Ueberschufs von Ammoniak. Die vom Eisenoxyd getrennte Flüssigkeit versetzt man mit einem bedeutenden Ueberschufs von kohlensaurem Kali, und dampft Alles bis zur Trocknifs rasch ab. Die trockne Masse behandelt man mit Wasser; es bleibt dann kohlensaures Zinkoxyd zurück, welches abfiltrirt und nach dem Trocknen geglüht wird.

Ist unter den nicht flüchtigen Chlormetallen Chlorblei, so ist diefs nur mit Chlorkupfer, und auch manchmal mit etwas Chloreisen verbunden. Man löst Alles in Wasser auf, um zu sehen, ob die ganze Verbindung vollständig durch Chlorgas zersetzt worden ist. Die Auflösung wird darauf mit Schwefelsäure versetzt, und in einer Platinschale bis zur vollständigen Trocknifs abgedampft;

auch der Ueberschuſs von Schwefelsäure muſs verjagt werden. Die trockne Masse läſst man einige Zeit stehen und behandelt sie mit Wasser. Es bleibt der gröſste Theil des schwefelsauren Bleioxyds ungelöst zurück, und wird dem Gewichte nach bestimmt. Ein sehr kleiner Theil desselben, so wie die ganze Menge des schwefelsauren Kupferoxyds, löst sich auf. Die Auflösung wird mit kaustischem Kali versetzt und gekocht, wodurch das Kupferoxyd gefällt wird. Zu der davon abfiltrirten Flüssigkeit setzt man so viel Chlorwasserstoffsäure, daſs sie nur noch schwach alkalisch bleibt, und versetzt sie darauf mit oxalsaurem Ammoniak. Hierdurch wird die kleine Menge des Bleioxyds vollständig als oxalsaures Bleioxyd gefällt; man glüht dieſs in einem kleinen Porcellantiegel, und verwandelt es so in reines Bleioxyd.

Wenn nun zugleich noch Chloreisen zugegen ist, so muſs man zuerst durch Schwefelwasserstoffgas das Blei und Kupfer gemeinschaftlich als Schwefelmetalle niederschlagen; aus der hiervon abfiltrirten Flüssigkeit fällt man, wenn man sie vorher mit etwas Salpetersäure versetzt und hinlänglich erwärmt hat, das Eisen als Eisenoxyd. Die Schwefelmetalle verwandelt man durch rauchende Salpetersäure in schwefelsaure Salze, und behandelt sie auf die Weise, wie es so eben angegeben worden ist.

Die Analyse der Verbindungen, von denen hier die Rede ist, kann auch noch auf die Weise ausgeführt werden, daſs man durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium das Antimon und Arsenik vom Kupfer, Eisen, Zink, Blei oder Silber trennt. Bei diesem Gange der Untersuchung kann indessen nicht die Quantität des Schwefels bestimmt werden. Das Verfahren hierbei ist folgendes: Die gewogene Verbindung wird im gepulverten Zustande in einem Kolben mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure in der Wärme behandelt. In den meisten Fällen wird sie dadurch unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas vollständig zersetzt; ist dieſs nicht der Fall,

so wendet man Königswasser an, doch vermeidet man die Anwendung desselben, wenn Chlorwasserstoffsäure allein die Zersetzung bewirkt. Die concentrirte Auflösung wird im Kolben mit Ammoniak übersättigt, wodurch gewöhnlich ein sehr starker Niederschlag entsteht, indem fast Alles gefällt wird. Man fügt darauf eine hinlängliche Menge von wasserstoffschwefligem Schwefelammonium hinzu, und verkorkt den Kolben. Gewöhnlich entsteht dadurch in der Kälte eine voluminöse schwarzbraune Fällung, weil auch zuerst ein sehr großer Theil des gebildeten Schwefelantimons mit den andern unlöslichen Schwefelmetallen sich ausscheidet; durch Digestion bei gelinder Wärme wird der Niederschlag immer weniger voluminös, färbt sich aber tiefer schwarz. Wenn das wasserstoffschweflige Schwefelammonium etwas freien Schwefel enthält, so geschieht die Trennung leichter, da dann das Schwefelantimon leichter aufgelöst wird. Es ist daher gut, in dem wasserstoffschwefligen Schwefelammonium vorher etwas gepulverten Schwefel aufzulösen. Nach dem Erkalten werden die unlöslichen Schwefelmetalle filtrirt und mit Wasser ausgesüßt, zu dem etwas wasserstoffschwefliges Schwefelammonium gemischt ist. Das Filtriren und Aussüßen muß ohne Unterbrechung hinter einander geschehen. — Die filtrirte Flüssigkeit enthält alles Antimon und Arsenik aufgelöst. Man fällt beide als Schwefelmetalle durch Chlorwasserstoffsäure, womit man vorsichtig die Auflösung sauer macht. Die gefällten Schwefelmetalle werden auf einem gewogenen Filtrum getrocknet, und auf die Weise behandelt, wie es oben angegeben ist. Auch die ungelösten Schwefelmetalle untersucht man dann ferner nach Methoden, die schon oben angegeben worden sind.

Es glückt nicht, diese Verbindungen auf die Weise zu zerlegen, daß man sie im fein gepulverten Zustande mit einer Mengung aus kohlensaurem Kali oder Natron

und überschüssigem Schwefel schmilzt, wie Wöhler *) vorgeschlagen hat, um zu technischem Gebrauch Nickel von Arsenik zu trennen. Der Grund, warum die Trennung des Antimons und des Arseniks von den übrigen Metallen hierdurch nicht vollständig gelingt, ist wohl unstreitig der, dafs sich hierbei Schwefelkalium oder Schwefelnatrium im Maximum von Schwefel bildet, das eine schlechtere Schwefelbase gegen Schwefelarsenik und Schwefelantimon zu seyn scheint, als das gewöhnliche Schwefelkupfer, Schwefelblei u. s. w., und diese daher nicht von einander trennen kann. Auch aus demselben Grunde kömmt es wohl, dafs die Wöhler'sche Methode besser gelingt, um Nickel von Arsenik, als um Kobalt von Arsenik zu trennen, da Schwefelkobalt eine stärkere Schwefelbase als Schwefelnickel ist.

Das Schwefelantimon und das Schwefelarsenik bildet mit basischen Schwefelmetallen sowohl einfache Schwefelsalze, als auch Doppelschwefelsalze.

I. Einfache unterantimonicht und arsenichtsceweflichte Verbindungen.

1) *Zinkenit* von Wolfsberg im östlichen Harze. Dieses Fossil, das Hr. Zinken entdeckt, und mein Bruder beschrieben hat **), ist schon vor längerer Zeit von mir analysirt worden. Die Resultate mehrerer Analysen desselben habe ich schon in diesen Annalen, Bd. VIII. S. 99, bekannt gemacht; der Vollständigkeit wegen indessen führe ich sie hier noch einmal an:

	I.	II.	III.
Schwefel	22,58	—	—
Antimon	44,39	44,11	46,28
Blei	31,84	31,97	30,63
Kupfer	0,42	—	—
	99,23.		

*) Poggendorff's Annalen, Bd. VI. S. 227.

**) Ebendaselbst, Bd. VII. S. 91.

Bei der ersten Analyse wurde das Fossil durch Chlorgas zerlegt, bei den andern beiden hingegen durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium, weshalb die Menge des Schwefels nicht bestimmt werden konnte. Bei der dritten Analyse enthielt das abgeschiedene Antimon noch eine kleine Quantität Blei, die nicht von ihr getrennt wurde.

31,84 Theile Blei nehmen 4,95 Theile Schwefel auf, so wie 0,42 Th. Kupfer 0,11 Th. Schwefel, um die niedrigste, oder 0,22, um die höchste Schwefelungsstufe zu bilden. 44,39 Th. Antimon verbinden sich mit 16,61 Schwefel, welche Menge dreimal so grofs, wie die Schwefelmenge der elektropositiven Schwefelmetalle ist. Die Zusammensetzung wird durch die Formel $\overset{'''}{Sb} + \overset{'}{Pb}$ ausgedrückt.

2) Eine neue, hierher gehörige Species, die von Mohs*) entdeckt, beschrieben, vom Rothgültigerz getrennt, und von ihm zum Unterschied von demselben *hemiprismatische Rubinblende* genannt wurde, da derselbe das Rothgültigerz rhomboëdrische Rubinblende nennt. Sie findet sich bei Bräunsdorf in Sachsen. Ich verdanke Hrn. von Weissenbach in Freiberg die Krystalle dieses sehr seltenen Fossils, die zur Analyse angewandt wurden. Das Resultat derselben war:

Schwefel	21,95
Antimon	39,14
Silber	36,40
Kupfer	1,06
Eisen	0,62
	99,17.

Da 36,40 Th. Silber 5,41 Th. Schwefel aufnehmen, um Schwefelsilber zu bilden, und 39,14 Th. Antimon 14,65 Th. Schwefel, so verhält sich die Menge des Schwefels im Schwefelantimon zu der im Schwefelsilber wie 3:1.

*) Grundrifs der Mineralogie, Bd. II. S. 606.

Das Fossil enthält ferner noch kleine Quantitäten von Schwefelsilber, Schwefelkupfer und Schwefeleisen. 1,06 Th. Kupfer nehmen 0,54 Th. Schwefel auf, um die höchste Schwefelungsstufe zu bilden, und 0,62 Th. Eisen erfordern 0,74 Th. Schwefel, um Schwefelkies zu bilden. Die Zusammensetzung dieses Minerals, die der des Zinkenits analog ist, wird durch die Formel $\overset{'''}{Sb}+\overset{'}{Ag}$ ausgedrückt.

Da aus dieser Zusammensetzung hervorgeht, dafs dieses Mineral zwar die Bestandtheile des dunklen Rothgültigerzes hat, aber in einem ganz andern Verhältnisse, so kann es nicht als eine blofse Varietät des Rothgültigerzes angesehen werden, wie man vielleicht aus dem Namen vermuthen sollte, sondern mufs, wie diefs auch schon Mohs gethan, als eine besondere Species betrachtet werden. Da eine kürzere Benennung für dasselbe wünschenswerth ist, so schlage ich den Namen *Miargyrit* vor, von *ἄργυρος*, Silber, und *μεῖων*, weniger, weil es weniger Silber enthält als das Rothgültigerz.

3) *Jamesonit* von Cornwall. Die Analyse dieses Fossils habe ich schon früher in diesen Annalen, Bd. VIII. S. 100., bekannt gemacht, will sie aber der Vollständigkeit wegen hier anführen.

	I.	II.	III.
Schwefel	22,15	22,53	—
Antimon	34,40	34,90	33,47
Blei	40,75	38,71	40,35
Blei mit geringen Spuren von Eisen und Zink	—	0,74	—
Kupfer	0,13	0,19	0,21
Eisen	2,30	2,65	2,96
	99,73	99,72.	

Bei den ersten beiden Analysen wurde das Fossil durch Chlorgas, bei der dritten durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium zerlegt, weshalb hierbei der Schwefelgehalt nicht bestimmt werden konnte. Die Schwe-

felmengen, welche das Antimon und das Blei (in der ersten Analyse) aufnehmen, verhalten sich wie 12,87 zu 6,33, also wie 2:1. Der Ueberschufs von Schwefel ist hinreichend, um mit dem Eisen Schwefelkies zu bilden. Obgleich nun das Fossil rein zu seyn schien, so läfst sich doch wohl nicht annehmen, dafs der Gehalt an Schwefelkies wesentlich zur Zusammensetzung gehört. Sollte diefs der Fall seyn, so gehört der Jamesonit nicht zur zweiten, sondern zur dritten Klasse der Verbindungen von denen hier die Rede ist. — Die wesentliche Zusammensetzung des Jamesonits kann daher durch die Formel $2\overset{\cdot\,'''}{Sb} + 3\overset{'}{Pb}$ ausgedrückt werden.

4) *Federerz* von Wolfsberg im östlichen Harze. Man hat bis jetzt das Federerz für eine blofs haarförmige Varietät des Grauspiefsglanzerzes gehalten, mit dem es sich oft zusammen findet. Es ist sehr leicht möglich, dafs das reine Schwefelantimon in haarförmigen Krystallen in der Natur vorkömmt; ich habe indessen das Federerz von Wolfsberg untersucht, und einen bedeutendern Bleigehalt darin gefunden, als im Zinkenit und Jamesonit. Es kömmt zu Wolfsberg auf Gängen im Uebergangsthonschiefer vor. Die kleinen haarförmigen Krystalle bilden filsartig verwebte Massen, die in den Drusenräumen des Quarzes liegen. Die Analyse gab folgendes Resultat:

Schwefel	19,72
Antimon	31,04
Blei	46,87
Eisen	1,30
Zink	0,08
	99,01.

Die Schwefelmengen, welche das Antimon und das Blei aufnehmen, verhalten sich wie 11,61 zu 7,28. Der Ueberschufs des Schwefels reicht hin, um mit dem Eisen Schwefeleisen zu bilden. Dieses ist mit dem Erze gemengt, wie man deutlich sehen kann, und obgleich die zur Analyse angewandte Menge so viel wie möglich da-

von befreit worden war, so konnte diefs doch nicht so vollständig geschehen, dafs die Analyse gar keinen Eisengehalt hätte geben sollen. Die Zusammensetzung des Federerzes, in welchem der Schwefel des Schwefelantimons sich zum Schwefel des Schwefelbleis wie 3:2 verhält, kann durch die Formel $\overset{'''}{Sb} + 2\overset{'}{Pb}$ ausgedrückt werden.

5) *Rothgültigerz.* Die Chemiker sind seit langer Zeit über die Zusammensetzung dieses Silbererzes, das in technischer Hinsicht so wichtig ist, uneinig. Früher nahm man an, dafs es aus Arsenik, Schwefel und Silber bestehe; Klaproth zeigte darauf durch die Analyse zweier Arten von Rothgültigerz, von Andreasberg und von Freiberg, dafs es statt des Arseniks Antimon enthalte. Vauquelin bestätigte dieses Resultat, zeigte indessen, dafs manchmal auch Arsenik vorhanden sey. Proust*) bewies durch eine Reihe von Versuchen, dafs es zwei Arten von Rothgültigerz gebe, ein antimonhaltiges und ein arsenikhaltiges, und zeigte, dafs ersteres ein dunkelrothes, letzteres ein helleres Pulver habe, legte jedoch diesem Kennzeichen nur wenig Gewicht bei. Er zeigte ferner, dafs man nicht berechtigt seyn könne, einen Gehalt von Schwefelsäure oder von Sauerstoff im Rothgültigerze anzunehmen, was Klaproth und Vauquelin vor Bekanntmachung seiner Analyse, und Klaproth auch noch nach Bekanntmachung derselben that. v. Bonsdorf**), der ein dunkles Rothgültigerz von Andreasberg analysirte, fand in demselben nur Antimon, nicht Arsenik, zeigte aber dabei überzeugend, dafs es keinen Sauerstoff enthalte, und also das Antimon nicht als eine Verbindung von Schwefelantimon mit Antimonoxyd im Erze befindlich seyn könne, wie man aus der Farbe des Pulvers Grund hatte zu vermuthen. Mohs***) machte, wie

*) Gehlen's neues allg. Journal, Bd. IV. S. 508.
**) Schweigger's Jahrbuch, Bd. AA. S. 000.
***) Grundrifs der Mineralogie, Bd. II. S. 604.

vor ihm schon Werner, darauf aufmerksam, dafs das dunkle Rothgültigerz sich vom lichten nicht nur durch Farbe, Strich, Glanz und Durchsichtigkeit, sondern auch durch das specifische Gewicht unterscheide, da das des dunklen vom Harze 5,831, das des lichten von Annaberg 5,524 sey. Das Neuste, was mir über die Zusammensetzung des Rothgültigerzes bekannt geworden ist, sind die Bemerkungen von Fuchs *), dafs in einigen Rothgültigerzen Arsenik enthalten sey, wodurch die Angaben von Proust bestätigt werden, und die von Breithaupt welche den Unterschied im specifischen Gewichte des dunklen und lichten Rothgültigerzes bestätigen.

Da wir so genau wie möglich die Zusammensetzung des dunklen Rothgültigerzes von Andreasberg durch von Bonsdorf's Analyse kennen, so war es nur noch nöthig, das lichte Rothgültigerz vom geringeren spec. Gewichte zu untersuchen. Hr. Professor Zippe in Prag schickte mir deshalb ein ausgesuchtes krystallisirtes Stück vom lichten Rothgültigerz von Joachimsthal in Böhmen, dessen specifisches Gewicht 5,552 bei $10\frac{1}{2}°$ R. (nach einem Versuche meines Bruders) betrug. Die Analyse gab mir folgendes Resultat:

Schwefel	19,51
Antimon	0,69
Arsenik	15,09
Silber	64,67
	99,96.

Die Schwefelmengen, die Arsenik und Silber aufnehmen, um Schwefelarsenik (Operment $\overset{'''}{A}$) und Schwefelsilber zu bilden, sind 9,68 und 9,62. V. Bonsdorf hat gefunden, dafs im dunklen Rothgültigerze die Schwefelmengen im Schwefelantimon und im Schwefelsilber gleich sind. Da nun dunkles und lichtes Rothgültigerz in ihren Krystallformen ganz übereinstimmen, so folgt dar-

*) Schweigger's Jahrbuch, Bd. LI. S. 356.

aus ganz unzweideutig, dafs Arsenik und Antimon isomorph seyn müssen; eine Thatsache, welche durch die Analyse mehrerer Doppel-Verbindungen des Schwefelantimons und des Schwefelarseniks wird bestätigt werden.

Es ist möglich und sogar wahrscheinlich, dafs es Rothgültigerze giebt, die Schwefelantimon und Schwefelarsenik zugleich enthalten, aber immer mufs diefs in einem solchen Verhältnisse seyn, dafs der Schwefelgehalt beider zusammengenommen dem des Schwefelsilbers gleich ist.

6) *Sprödglaserz.* Das von mir analysirte Sprödglaserz ist von Schemnitz in Ungarn, von wo es mein Bruder mitgebracht hat, der mir darüber die nachstehenden Bemerkungen mitgetheilt hat. Es wird in Schemnitz Röschgewächs genannt, und ist wahrscheinlich dasselbe, welches auf der Grube Alte Hoffnung zu Freiberg vorkömmt und von Mohs *) beschrieben worden ist. Es bestand aus mehreren, ziemlich grofsen Krystallen, die sechsseitige Prismen bildeten, an den Enden mit gegen die Axe rechtwinklichten Flächen begränzt. Die Prismen sind sehr wahrscheinlich, wie die von Mohs beschriebenen Krystalle, geschobene vierseitige Prismen mit abgestumpften scharfen Seitenkanten, doch waren die Flächen nicht glatt genug, um gemessen werden zu können; die übrigen Charaktere stimmten vollkommen mit denen überein, die Mohs in der oben angeführten Beschreibung gegeben hat. Spaltungsflächen waren nicht zu bemerken, der Bruch war kleinmuschlig und uneben. Die Krystalle waren von Farbe eisenschwarz, stark metallischglänzend im Bruch, weniger glänzend auf den Krystallflächen, der Strich ist unverändert, die Härte zwischen der des Steinsalzes und Kalkspaths, das specifische Gewicht betrug 6,275 (bei einer Temperatur von 17° R.) Das von Mohs untersuchte Sprödglaserz von Przibram hat ein specifisches Gewicht von 6,269. — Es findet sich dieses Sprödglaserz in den Gängen von Schemnitz, und

*) Dessen Mineralogie, Bd. II. S. 587.

ist mit dem Glaserz, das dort Weichgewächs genannt wird, eins der hauptsächlichsten Silbererze der dortigen Gruben.

Die Analyse gab folgendes Resultat:

Schwefel	16,42
Antimon	14,68
Silber	68,54
Kupfer	0,64
	100,28.

Die Schwefelmengen, welche das Antimon und das Silber aufnehmen, um Schwefelantimon und Schwefelsilber zu bilden, sind 5,48 und 10,20, die sich wie 1:2 verhalten; 0,64 Kupfer nehmen ferner noch 0,32 Schwefel auf, um ein Schwefelkupfer zu bilden, das dem Schwefelsilber entsprechend zusammengesetzt ist. Die chemische Zusammensetzung kann durch die Formel $\overset{'''}{Sb} + 6\overset{'}{Ag}$ ausgedrückt werden.

Da Schwefelantimon und Schwefelarsenik in den Verbindungen, welche sie mit basischen Schwefelmetallen bilden, isomorph sind, so ist es leicht möglich, dafs es ein Sprödglaserz giebt, dem das Antimon fehlt, und das dafür Arsenik enthält. Ein solches scheint Berzelius gehabt zu haben, als er die Löthrohrversuche anstellte, die er in seinem Werke beschrieben hat *).

Das untersuchte Sprödglaserz ist, das Glaserz, das Hornerz und das gediegene Silber ausgenommen, unter allen Erzen das silberreichste.

Aufser diesen sechs einfachen unterantimonicht- und arsenichtschweflichten Verbindungen giebt es noch eine, die Berthier entdeckt und analysirt hat; sie ist nach ihm Berthierit genannt worden **); sie besteht aus Schwe-

*) Ueber die Anwendung des Löthrohrs, S. 145.

**) Poggendorff's Annalen, Bd. XI. S. 478.

felantimon und Schwefeleisen, in einem entsprechenden Verhältnisse wie im Jamesonit.

Das Schwefelantimon und das Schwefelarsenik stehen in den Verbindungen, welche hier beschrieben worden sind, in einem sehr einfachen Verhältnisse zu den elektropositiven Schwefelmetallen. Der Schwefel in letzteren verhält sich zu dem im Schwefelantimon und Schwefelarsenik in den Verbindungen folgendermaſsen:

Im Zinkenit und Miargyrit wie 2:6
Im Jamesonit und Berthierit wie . . . 2:4
Im Federerz wie 2:3
In den Rothgültigerzen wie 2:2
Im Sprödglaserze wie 2:1

Von diesen in der Natur vorkommenden unterantimonicht- und arsenichtschweflichten Verbindungen ist das Federerz das einzige neutrale Schwefelsalz. In der Abhandlung von Berzelius über die arsenichtschweflichten Schwefelsalze, hält derselbe die für neutral, in welchen sich der Schwefel im Schwefelarsenik zu dem im elektropositiven Schwefelmetall wie 3:2 verhält *). Wegen des Isomorphismus des Schwefelantimons mit dem Schwefelarsenik muſs in den neutralen unterantimonichtschweflichten Schwefelsalzen dasselbe Verhältniſs statt finden.

(Schluſs im nächsten Hefte.)

IX. *Ueber einige Verbindungen des Kupferoxydes mit der Schwefelsäure; von C. Brunner, Professor der Chemie in Bern.*

Vogel **) hat zuerst das dreifache Salz beschrieben, welches man durch Vermischen gleicher Atome neutralen

*) Poggendorff's Annalen, Bd. VII. S. 143.
**) Schweigg. Journal, Bd. VII. S. 40.

schwefelsauren Kali's und Kupfervitriols erhält. Dasselbe besteht im krystallisirten Zustande aus $\dot{Cu}\dddot{S}+\dot{K}\dddot{S}+6Aq$. Er bemerkte bei der Bereitung dieses Salzes die Erzeugung eines hellgrünen Niederschlages, den er für ein basisches Salz hielt, aber nicht näher untersuchte. Ich habe hierüber folgende Beobachtungen gemacht.

Gieſst man eine Auflösung von neutralem schwefelsaurem Kali mit einer Auflösung von Kupfervitriol beide zu gleichen Atomen lauwarm zusammen, so erhält man durch Krystallisation der Flüssigkeit das erstere von Vogel beschriebene dreifache Salz in geschobenen 4seitigen Prismen. Die von den Krystallen getrennte Lauge läſst sich durch Abdampfen in sehr gelinder Wärme nach und nach vollständig auskrystallisiren, ohne daſs dabei eine andere Verbindung entsteht.

Wird aber die Mischung jener beiden Salzlösungen auf 60° bis 70°, oder gar zum Kochen erhitzt, so trübt sich die Flüssigkeit, und es fällt ein hellgrünes, undeutlich krystallisirendes, Pulver daraus nieder, welches sich nicht wieder auflöst. Läſst man dabei die Flüssigkeit ruhig stehen, so bildet die sich ausscheidende Substanz eine hellgrüne, auf dem Boden des Gefäſses angebackene Salzkruste. Die von derselben abgegossene Lauge giebt beim Erkalten das von Vogel beschriebene dreifache Salz, und wenn man die Krystallisation weiter fortsetzt, so erhält man zuletzt vollkommen weiſse Krystalle von saurem schwefelsaurem Kali.

Es wurde eine zur Analyse hinreichende Menge jenes grünen Salzes bereitet, indem man eine Auflösung des krystallisirten, von Vogel beschriebenen 3fachen Salzes mehrere Stunden lang einem kochenden Wasserbade aussetzte, und das aus der Flüssigkeit niedergefallene Salz durch Auswaschen mit wenig kalten Wassers und Auspressen zwischen Löschpapier von der Lauge befreite.

Von diesem Salze wurden 3 Grammen mit Wasser übergossen, und durch Zusetzen von einigen Tropfen

Salzsäure aufgelöst. Die Auflösung wurde durch Schwefelwasserstoffgas von Kupfer befreit, zur Trockne abgedampft und der Rückstand geglüht. Er wog 0,685, und gab sich als vollkommen neutrales schwefelsaures Kali zu erkennen, worin also 0,37 Kali enthalten sind.

Eine andere Probe von 3 Grammen des nämlichen Salzes wurde eben so in Salzsäure aufgelöst, das Kupferoxyd durch einen Ueberschuſs von Aetzkali in der Wärme abgeschieden, und der entstandene Niederschlag nach dem Auswaschen in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst. Diese Auflösung gab beim Abdampfen in der Platinschaale und Erhitzen des Salzrückstandes bis nahe zum Glühen 2,372 Kupfervitriol, welches 1,179 Kupferoxyd anzeigt.

Die mit Kali gefällte Flüssigkeit wurde mit Salzsäure übersättigt und mit salzsaurem Baryt gefällt. Der erhaltene schwefelsaure Baryt wog im geglühten Zustande 3,468, welches 1,191 Schwefelsäure anzeigt.

Eine zweite Analyse auf gleiche Weise ausgeführt, gab ganz ähnliche Resultate. Folgendes ist die Zusammenstellung beider auf 100 Theile des Salzes berechnet:

	I.	II.	Mittel aus beiden.	Sauerstoff.	
Kupferoxyd	39,30	39,16	39,23	7,91	. . 4
Kali	12,33	11,93	12,13	2,04	. . 1
Schwefelsäure	39,70	39,70	39,70	23,79	. . 12
Verlust	8,67	9,21	8,94	7,94	. . 4
	100,00	100,00	100,00		

wobei nämlich der Verlust als Wasser in Rechnung gebracht ist. Man könnte daher dieses Salz durch folgende Formel bezeichnen:

$$\dot{Cu}^4 \dddot{S}^3 + \dot{K}\dddot{S} + 4\,Aq.$$

oder vielleicht durch

$$\dot{Cu}^4 \dddot{S}^2 + \dot{K}\dddot{S}^2 + 4\,Aq.$$

Da ich bemerkt hatte, daſs das so eben beschriebene Salz durch Einwirkung von kochendem Wasser eine theil-

weise Auflösung erleide, so kochte ich 18 Grm. desselben so lange mit erneuerten Antheilen Wassers, bis die letzte Abkochung weder durch salzsauren Baryt, noch durch Blutlaugensalz verändert wurde. Es wurde hiezu eine grofse Menge Wassers und lange anhaltendes Kochen erfordert. Dabei verminderte sich das Salz auf 3,684, und verlor sein krystallinisch-körniges Ansehen. Der unaufgelöste Antheil bildete ein blaugrünes Pulver.

Von diesem wurden 2,618 auf die angegebene Art analysirt. Es fand sich keine wägbare Menge von Kali in demselben, dagegen wurden 3,59 Kupfervitriol (=1,784 Kupferoxyd) und 1,418 geglühter schwefelsaurer Baryt (=0,486 Schwefelsäure) erhalten. Eine Wiederholung dieser Zerlegung gab ein ganz ähnliches Resultat. Die Zusammenstellung beider Untersuchungen, auf 100 Theile des Salzes berechnet, ist folgende:

	I.	II.	Mittel aus beiden	Sauerstoff.
Kupferoxyd	68,14	67,78	67,96	13,705 . . 5
Schwefelsäure	18,56	18,75	18,65	11,166 . . 4
	86,70	86,53	86,61.	

Bringt man den Verlust von 13,39 als Wasser in Rechnung, so findet man darin 11,905 Sauerstoff, also annähernd die nämliche Menge als in der Schwefelsäure. Die Formel wäre mithin:

$$\dot{Cu}^{15}\dddot{S}^{4}+12\,Aq.$$

Ein, dem Ansehen nach dem zuletzt beschriebenen ganz ähnliches Salz erhält man durch Einwirkung von Zinkoxyd auf neutrales schwefelsaures Kupferoxyd. Berthollet hat dieses zuerst beschrieben *), aber nicht genau untersucht.

Kocht man nämlich eine Auflösung von Kupfervitriol mit Zinkoxyd, so löst sich letzteres auf, und an seiner Stelle entsteht ein blaugrüner pulveriger Niederschlag.

*) *Annal. de chim. T. XLIX. p. 1.*

Es wurde eine zur Analyse hinreichende Menge desselben bereitet, und so lange mit Wasser ausgekocht, bis dieses nicht mehr mit salzsaurem Baryt reagirte.

Von diesem Niederschlage, welcher kein Zinkoxyd enthielt, wurden 3 Grm. auf die oben beschriebene Weise analysirt. Es wurde daraus bei zwei Untersuchungen 3,948 und 3,970 Kupfervitriol (=1,963 und 1,974 Kupferoxyd), und 1,968 und 1,986 schwefelsaurer Baryt (=0,675 und 0,682 Schwefelsäure) erhalten. Dieses giebt auf 100 Theile des Salzes:

	I.	II.	Mittel aus beiden.	Sauerstoff.
Kupferoxyd	65,43	65,80	65,61	13,23
Schwefelsäure	22,50	22,73	22,61	13,53
	87,93	88,53	88,22.	

Die Formel des Salzes wäre mithin $\dot{C}^3\dddot{S}$.
Berechnet man die fehlenden 11,77 als Wasser, so findet man darin 10,53 Sauerstoff, welches beinahe $\frac{5}{6}$ von demjenigen in einem der übrigen Bestandtheile ist. Es bleibt indessen unentschieden, ob dieses Verhältniſs nicht blos zufällig, und vielleicht durch das Trocknen des Salzes und ein ursprünglich mit den Sauerstoffatomen seiner übrigen Bestandtheile gleiches Verhältniſs (nämlich aus $\dot{C}^3\dddot{S}+3$Aq.) herbeigeführt worden ist.

X. *Ueber das Atomengewicht des Lithiums; von R. Hermann in Moscau.*

Die Angaben der Chemiker über die Zusammensetzung der Lithiumsalze und das Atomengewicht des Lithiums sind sehr abweichend. So fand Arfvedson dasselbe zu 255,63, C. G. Gmelin dagegen nur zu 191,21. In neue-

neuerer Zeit untersuchte der Dr. Královanszky einige Lithonverbindungen. Nach seinen Versuchen würde die Atomenzahl des Lithiums 254,2 betragen, und mithin Arfvedson's Angabe ziemlich entsprechen.

Da ich in Besitz einer beträchtlichen Quantität dieses seltenen Elementes war, so untersuchte ich einige Verbindungen desselben und erhielt folgende Resultate.

1) Kohlensaures Lithon.

Berzelius hat gefunden, daſs wenn man ein Lithonsalz durch einen Ueberschuſs von phosphorsaurem Natron zersetzt, die entstehende Verbindung ein Doppelsalz aus phosphorsaurem Natron und Lithon ist. Ich befürchtete, daſs, wenn man ein Lithonsalz durch kohlensaures Natron zersetzt, man ebenfalls ein Doppelsalz aus kohlensaurem Natron und Lithon erhalten möchte. Um bei der Darstellung des kohlensauren Lithons diese Möglichkeit zu vermeiden, so versetzte ich eine concentrirte Auflösung des hydrochlorsauren Lithons mit einem Ueberschusse von kohlensaurem Ammoniak Es fällte sich hierbei kohlensaures Lithon, welches ausgewaschen und geglüht wurde. Es schmolz bei Rothglühhitze zu einer durchsichtigen Flüssigkeit, welche unter Einwirkung der atmosphärischen Luft das Platin stark angriff. Erkaltet bildete es eine durchscheinende Masse von krystallinischem Bruche und geringem Zusammenhang. Bei gelindem Drucke zerfiel es in körnige Bruchstücke von Perlmutterglanz.

Ich brachte eine abgewogene Quantität desselben unter einem mit Quecksilber angefüllten Cylinder mit Hydrochlorsäure in Berührung. Das entstandene Kohlensäuregas wurde gemessen, und auf diese Weise die Kohlensäure bestimmt.

Als Mittel mehrerer übereinstimmender Versuche, bekam ich folgende Zusammensetzung des kohlensauren Lithons.

100 Theile enthielten:

60,98	Kohlensäure
39,02	Lithon
100,00.	

Da ich jetzt die Zusammensetzung eines kohlensauren Lithons kannte, von welchem ich überzeugt war, dafs es kein Natron enthielt; so prüfte ich auch dasjenige, welches man durch Fällung der Lithonsalze mit kohlensaurem Natron erhält.

100 Theile desselben gaben:

61,00	Kohlensäure
39,00	Lithon
100,00.	

Man sieht also aus der Uebereinstimmung der Bestandtheile beider, auf verschiedene Weise dargestellter Verbindungen, dafs meine Befürchtung unbegründet war, und dafs das kohlensaure Lithon, welches durch kohlensaures Natron ausgeschieden wird, kein Natron aufnimmt.

Nach dieser letzteren Bestimmung des kohlensauren Lithons, würde die Atomenzahl des Lithons 352,06 bebetragen.

2) Schwefelsaures Lithon.

Reines kohlensaures Lithon wurde in Schwefelsäure gelöst, die Auflösung verdampft und das Salz geglüht. — Das auf diese Weise erhaltene schwefelsaure Lithon war in Wasser ziemlich leicht auflöslich. Kochendes Wasser löst aber nicht merklich mehr auf, als Wasser von 15° R. Daher bekommt man durch Abkühlung einer heifs bereiteten Auflösung keine Krystalle. Verdampft man aber die Lösung langsam, so krystallisirt das schwefelsaure Lithon. Leider waren die Krystalle zu klein, um gemessen werden zu können. Doch erkannte man deutlich, dafs sie geschobene, 4seitige Säulen bildeten, welche mit

2 auf die gegenüberstehenden Seitenkanten aufgesetzten Flächen zugespitzt waren. — Diese Krystalle enthielten Wasser und bestanden aus:

85,70	schwefelsaures Lithon
14,30	Wasser
100,00.	

Erhitzt man diese Krystalle, so decrepitiren sie und verlieren ihr Wasser ohne in wäſsrigen Fluſs zu kommen. Das trockne Salz ist über der Spirituslampe nicht in Fluſs zu bringen. 100 Theile trocknes schwefelsaures Lithon gaben, durch salzsauren Baryt zersetzt, schwefelsauren Baryt, welcher als Mittel mehrerer Versuche 74,00 Schwefelsäure enthielt.

Es besteht mithin aus:

74,00	Schwefelsäure
26,00	Lithon
100,00.	

Berechnet man hiernach das Atomengewicht des Lithons, so beträgt es 352,20.

Das bei der Untersuchung des kohlensauren Lithons erhaltene Atomengewicht betrug 352,0.

Die wahre Zahl dürfte demnach zwischen diesen beiden liegen, und man kann sie zu 352,1 annehmen, wonach das Atomengewicht des Lithiums 152,1 betragen würde.

Nach dieser Zahl berechnet erhält man folgende Resultate:

Für kohlensaures Lithon.

Atomengewicht.	In Hundert: Rechnung.	Versuch.
$\ddot{C}^2 = 550{,}66$	60,99 Kohlensäure	61,00 Kohlensäure
$\ddot{L} = 352{,}10$	39,01 Lithon	39,00 Lithon
$\ddot{L}\ddot{C}^2 = 902{,}76$	100,00	100,00.

Für schwefelsaures Lithon.

	In Hundert:	
Atomengewicht.	Rechnung.	Versuch.
$\dddot{S}^2 = 1002,32$	74,00 Schwefelsäure	74,00 Schwefels.
$\ddot{L} = 352,10$	26,00 Lithon	26,00 Lithon
$\ddot{L}\dddot{S}^2 = 1354,42$	100,00	100,00

Für krystallisirtes schwefelsaures Lithon.

	In Hundert:	
Atomengewicht.	Rechnung.	Versuch.
$\ddot{L}\dddot{S}^2 = 1354,42$	85,77 schwefels. Lithon	85,70 schwefels. Lithon
$2Aq. = 224,87$	14,23 Wasser	14,30 Wasser
$\ddot{L}\dddot{S}^2 + 2Aq. = 1579,29$	100,00	100,00.

3) Hydrochlorsaures Lithon.

Läſst man Chlorlithium langsam durch die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft zerflieſsen, so bilden sich mit der Zeit groſse und regelmäſsige Krystalle von hydrochlorsaurem Lithon. Diese Krystalle haben eine sonderbare Eigenthümlichkeit. Faſst man sie nämlich mit den Fingern an, oder legt man sie auf Filtrirpapier, so werden sie augenblicklich an den berührten Stellen, und nach und nach in ihrer ganzen Masse, undurchsichtig. Berührt man einen solchen undurchsichtig gewordenen Krystall, so zerfällt er zu einem krystallinischen Pulver. Die Undurchsichtigkeit des Krystalls entstand mithin durch eine freiwillige Zertheilung desselben. Durch was aber diese Zertheilung hervorgerufen wird, ist mir unbekannt geblieben. Dieses Zerfallen der Krystalle und ihre leichte Zerflieſslichkeit machte ihre Winkelmessung unmöglich. Dem Ansehen nach bildeten sie rechtwinklig 4seitige Säulen, mit zwei breiteren parallelen Flächen. Die Säulen waren mit vier auf den Seitenkanten aufgesetzten Flächen zugespitzt. Sind zwei parallele Seitenflächen viel breiter,

als die andern beiden, und sind die Krystalle auskrystallisirt, so erhalten sie das Ansehen 6seitiger Tafeln.

Wird die Krystallisation beschleunigt, so bekommt man kleine federartig zusammengehäufte Prismen, welche ganz das Ansehen des Salmiaks haben.

Das krystallisirte hydrochlorsaure Lithon zeigte folgende Zusammensetzung:

1	Atom	Chlorlithium	=1087,4
8	-	Wasser	= 899,5
1 Atom krystallisirtes salzsaures Lithon			=1986,9

oder in 100 Theilen aus:

Berechnet.	Versuch.
53,56 Chlorlithium	53,64 Chlorlithium
46,44 Wasser	46,36 Wasser
100,00.	100,00.

Erhitzt man die Krystalle, so schmelzen sie in ihrem Krystallwasser, nach dessen Verjagung die Masse trocken wird.

Das Chlorlithium schmilzt schon bei anfangender Rothglühhitze, und fängt, schon bei dieser Temperatur, an zu verdampfen.

Es scheint beim Schmelzen Chlor zu verlieren, denn 100 Theile gaben:

16,00 Lithium
84,00 Chlor
100.

Der Berechnung nach müſste es aber zusammengesetzt seyn aus:

14,66 Lithium
85,34 Chlor
100,00.

Das von mir untersuchte Lithon wurde aus Glimmer, von Altenberg in Sachsen, als phosphorsaures Na-

tronlithon ausgeschieden. Letzteres wurde, nach Berzelius Methode, zu Chlorlithium umgewandelt, und aus diesem, durch kohlensaures Ammoniak, natronfreies, kohlensaures Lithon ausgeschieden.

XI. *Ueber das Natrium.*

Kalium und Natrium unterscheiden sich, nach Hrn. Serullas, in ihrem Verhalten gegen Quecksilber und Wasser sehr merklich von einander. Das Kalium in kleinen Stücken auf Quecksilber geworfen, amalgamirt sich ruhig mit demselben, sobald der Versuch unter einer Glocke mit trockner Luft angestellt wird, und nur in freier Luft geräth dabei das Kalium, indem es das hygroskopische Wasser zersetzt und Wasserstoffgas entwikkelt, in eine rasche drehende Bewegung. Das Natrium dagegen wird unter denselben Umständen unter einer mit Licht und Wärme begleiteten Explosion vom Quecksilber herabgeschleudert. Umgekehrt ist andrerseits das Verhalten zum Wasser; Kalium brennt in Berührung mit demselben, während Natrium es ohne Feuererscheinung zersetzt. Man kann indefs auch mit letzterem Metalle eine Entzündung bewerkstelligen. Löst man nämlich in dem Wasser etwas Gummi auf, so dafs es einen dünnen Schleim darstellt, so werden die darauf geworfenen Natriumstückchen länger an einem Punkte festgehalten, und dadurch erhitzen sie sich so stark, dafs sie in Entzündung gerathen und nach Art des Kalium auf der Oberfläche umherkreisen. Die Flamme ist gelblich, während sie beim Kalium bläulich ist. Eben so entzündet sich das Natrium, wenn man es auf einem schlechten Wärmeleiter, z. B. auf Holz, befestigt, und mit einigen Tropfen Wasser benetzt. Auf Glas oder Porzellan gelingt dieses nicht (*Ann. de chim. et de phys. T.* 40. *p.* 327.)

XII. *Ueber den unmittelbaren Uebergang von, den thierischen Körpern schädlichen, Stoffen in die Organisation der Pflanzen, unbeschadet der Existenz derselben;*

von H. R. Goeppert, Dr. Med., Privatdocenten an der Universität Breslau.

(Vorgetragen und die dazu gehörenden Experimente vorgezeigt in den Sitzungen der botanischen Section der Schlesisch. vaterländ. Gesellschaft.)

Wenn für die Behauptung, dafs die sogenannten narkotischen Stoffe auf den vegetabilischen nicht eine ähnliche schädliche Wirkung wie auf den thierischen Organismus ausüben, der entschiedendste Beweis geführt werden soll, so ist es meiner Meinung nach durchaus erforderlich, den wirklichen Uebergang derselben in die Organisation der Pflanzen, unbeschadet ihrer Entwicklung, darzuthun, denn mit Recht könnte man wohl noch einwenden, dafs jene Gifte nur deswegen sich völlig indifferent verhielten, weil die Auflösungen derselben von den Gefäfsen der Pflanzen nicht aufgenommen würden, oder dafs sie bei der etwaigen Aufnahme durch den Vegetationsprocefs eine völlige Umänderung erlitten, vermöge welcher sie aufhörten, als giftige Stoffe zu wirken. Um hierüber Aufschlufs zu erhalten, hatte ich schon im Winter 18$\frac{27}{28}$ mit Zwiebeln verschiedener Art experimentirt, jedoch erst später nach mannigfach vergeblichen Versuchen entscheidendere Resultate erhalten. Zuerst brachte ich die trocknen essigsauren Salze von Strychnin, Morphin und Brucin in die äufsern Häute der Zwiebeln. Die Zwiebeln entwickelten sich zu gröfster Vollkommenheit, aber die Geschmacklosigkeit der Blätter und Blüthen bewiesen die Nichtaufnahme dieser Stoffe. Bei nachmaliger Untersuchung der Zwiebeln fand ich diese Salze in

unveränderter Quantität noch eingeschlossen von den sie umgebenden, aber völlig vertrockneten Häuten derselben. Auch in die äufseren Häute gebrachte Auflösungen dieser Salze gaben nur unvollkommne Resultate, und nur in drei Fällen, in zwei Hyacinthenzwiebeln und einer Narzisse, bezeugte der in einzelnen Theilen des Stengels und den untersten Blättern vorhandene bittere Geschmack in jenen beiden die Aufnahme von Strychnin, in dieser die von Brucin. Obgleich sich auch mehrere meiner Freunde damals von dem wirklichen Vorhandenseyn desselben überzeugten, so hielt ich die Sache doch noch für zu wenig begründet, um sie zum Gegenstand öffentlicher Mittheilung zu machen, da überdiefs auch die chemische Reaction die wirkliche Anwesenheit jener Salze, wahrscheinlich wegen der zu geringen Quantität derselben, nicht nachwies. Im Laufe des jüngst vergangenen Winters wiederholte ich diese Versuche, und zwar mit der Abänderung, dafs ich die Salzauflösungen nicht blofs bis in die äufsern, sondern in die innern, die künftige Blüthe einhüllenden Schuppen der Zwiebeln brachte, welche bekanntlich die zu entwickelnden Blätter und Blüthen enthalten.

Um den Zwiebeln aber nicht allzusehr durch die zu diesem Zweck erforderliche Verletzung zu schaden, schnitt ich das Loch trichterförmig aus, so dafs die gröfste Mündung desselben, die in der Regel 6—8 Linien im Durchschnitt mafs, in die äufseren Theile in die Schuppen fiel. In diese Oeffnung wurden nun täglich mehrere Tropfen jener Lösungen abwechselnd mit gleicher Quantität reinen Wassers gebracht, letzteres nur zu dem Zwecke, um diese Stoffe noch mehr in der Zwiebel zu verbreiten. Auf diese Weise entwickeln sich die Blätter und Blüthen, jedoch geschieht es zuweilen, da sich der Grad jener Verletzung nicht immer so genau berechnen läfst, dafs, vorzüglich wenn die genannten Theile nicht die Mitte der Blüthen einnehmen, sondern mehr seitwärts

liegen, das Wachsthum nicht vollkommen vor sich geht, und so nur einzelne Blätter ohne Blüthen zum Vorschein kommen, oder auch gar die zu stark verletzten Theile faulen, und durch ihre Fäulnifs völliges Verderben des gesammten Vegetabils nach sich ziehen; Umstände, die jedoch nur dieser Ursache keineswegs der Einwirkung, des Giftes zuzuschreiben sind, wie nicht nur sorgfältig angestellte Gegenversuche, sondern auch die nach dem Tode der Zwiebel vorgenommene Section bewiesen. Aufser essigsaurem Strychnin und Morphin, wandte ich auch noch das durch Behandlung mit Weingeist von Schleim befreite Extrakt der Krähenaugen an, und erhielt folgende Resultate:

Zu völliger Entwicklung, d. h. Blätter- und Blüthenbildung, gelangten von fünf, vier Hyazinthenzwiebeln, zwei Tazetten und zwei des gemeinen Allium Cepa L., in deren jede 2 Gran des essigsauren in eine Unze Wasser aufgelösten Strychnin, zwei Hyazinthen und eine Tazette, in welche die Auflösung des eben genannten Extrakts, unter drei, zwei Hyazinthen und eine Tazette, in welche in jede 2 Gran in eine Unze Wasser gelösten essigsauren Morphins auf die angezeigte Weise getröpfelt wurde; die übrigen, nämlich die fünfte der Hyazinthen in der ersten, und die dritte in der letzten Versuchsreihe gingen aus den oben angegebenen Ursachen zu Grunde.

Bald nach ihrer Entwicklung zeigten bei den mit Strychnin und Extr. Nuc. Vomicae imprägnirten Zwiebeln der entschieden bittere, diesen Vegetabilien sonst nicht eigne Geschmack die wirkliche Aufnahme und Verbreitung dieser Stoffe; jedoch verliefs ich mich nicht blofs auf diefs so oft trügerische und der Selbsttäuschung mehr als andere unterworfene Reagens, sondern suchte mich auch noch auf weiteren Wegen von der wirklichen Anwesenheit desselben zu versichern. Die Blätter dieser Zwiebeln wurden zerquetscht mit Wasser angerieben, der so erhaltene Saft mit Weingeist vermischt, filtrirt, abge-

dampft und mit einigen Tropfen kaustischen Ammoniaks vermischt. Nach 24 Stunden hatten sich deutlich kleine Krystalle abgeschieden, die Flüssigkeit wurde behutsam abgegossen, die Krystalle in einer geringen Menge verdünnter Salpetersäure aufgelöst; die Auflösung zur Trockne abgedampft, hinterliefs eine rothe Salzmasse, wodurch nun, so wie durch den auffallend bittern Geschmack derselben, nach dem gegenwärtigen Standpunkt unserer chemischen Kenntnisse, die Anwesenheit des Strychnins entschieden dargethan wurde. Dessen ungeachtet konnte eine freilich etwas weitgetriebene Zweifelsucht irgend eine durch den Vegetationsact hervorgebrachte Alienation der dynamischen Wirkungen dieses schädlichen Stoffes vermuthen; auch diesem meiner Meinung nach einzig noch übrigbleibenden Einwurf suchte ich zu begegnen. Nach Magendie und Delille's Versuchen gehört das Strychnin unter die heftigsten bekannten Gifte; 2 Gran desselben reichten unter andern hin, einen kleinen Hund in sehr kurzer Zeit zu tödten. Eine Goldammer, welcher ich nur 3 Tropfen einer Auflösung des essigsauren Alkaloids, die in einer Unze einen Gran enthielt, durch den Mund einflöfste, starb nach einer Minute. Daher durfte ich wohl Resultaten entgegensehen. Ich zerrieb die zwei Drachmen wiegenden Blätter einer jener imprägnirten Hyacinthenzwiebeln mit einer doppelten Quantität destillirten Wassers, und 10—12 Tropfen dieser Flüssigkeit waren hinreichend, Vögel der oben genannten Art zu tödten. Saft von nicht imprägnirten Hyazinthen bewies sich völlig unschädlich.

Auch die Blätter der mit Morphin imprägnirten Zwiebeln wurden auf die oben angegebene Weise mit Alkohol und Ammoniak behandelt; die Krystallausscheidung war unverkennbar, indefs brachte die Auflösung mit Eisenlösung nicht die von Robinet beschriebene blaue Reaction vor. Jedoch macht diefs Reagens, nach den Versuchen meines Freundes Duflos's, keineswegs auf

grofse Genauigkeit Anspruch. Versuche mit Thieren wurden nicht angestellt.

Noch ergab die nähere Besichtigung dieser Zwiebeln, dafs alle Theile derselben, selbst die mit der Mutterpflanze nur wenig zusammenhängende kleine Brut und auch die Wurzeln die genannten Stoffe enthielten, hingegen das Wasser, worin sie vegetirten, welches die Imprägnationsstelle nicht umspühlte, war völlig frei davon. Auch die Wurzeln anderer Pflanzen verhalten sich auf ähnliche Weise. So kann nach meiner Erfahrung die Wurzel des Wasserschierlings Wochen lang in reinem Wasser vegetiren, ohne dafs die Flüssigkeit auch nur eine Spur des in dieser Pflanze enthaltenen giftigen Stoffes aufnimmt, diefs geschicht jedoch alsbald, wenn die Wurzel zu faulen beginnt; Beobachtungen, deren weiterer Verfolg für die Lehre des Ausscheidungsprocesses der Wurzeln, meiner Meinung nach, nicht unwichtige Resultate herbeiführen kann. Ich bewahre sie sämmtlich auf, um ihre Entwicklung im künftigen Winter zu beobachten *). Im Verlauf dieser Untersuchungen gelangte ich noch zu einer weit leichteren das Leben der Zwiebel weniger gefährdenden Imprägnations-Methode. Es ist, nach St. Simon (dessen *Des Jacinthes, de leur anatomie, reproduction et culture. Amsterd.* 1768, *p.* 25.), eine in Holland ganz gewöhnliche und vielen Gärtnern auch bei uns wohl bekannte, wenn auch, meines Wissens we-

*) Auch Auflösungen des Schierling-, Bilsenkraut-, Belladonna- und Quassienextrakts wurden nicht nur Zwiebeln der erwähnten Arten, sondern auch Ober- und Wasserrüben auf die eben beschriebene Weise immittirt; die mit Quassia imprägnirten schmeckten alsbald bitter, um jedoch die wirkliche Aufnahmed er übrigen Stoffe zu beweisen, fehlt es mir zur Zeit noch an einem entscheidenden Reagens, daher ich auch die weitere Mittheilung dieser Versuche verschiebe, und nur als gegenwärtiges meine früheren Beobachtungen bestätigendes Resultat derselben anführe: *dafs die genannten Stoffe auf die Entwicklung jener Pflanzen nicht nachtheilig einwirken.*

nigstens, von Physiologen noch nicht näher geprüfte Erfahrung, dafs Hyazinthenzwiebeln in's Wasser hineinwachsen, wenn sie verkehrt in einen Napf mit Erde gelegt werden, so dafs ihr oberer, aus einer Oeffnung desselben hervorragender Theil in ein mit Wasser erfülltes Glas geleitet werden kann. Diefs kann ich aus eigner Erfahrung vollkommen bestätigen, und auch obendrein mit St. Simon bezeugen, dafs diese Zwiebeln, so wie die der Narzissen, Tazetten, Allium Cepa, der Wurzelentwicklung gar nicht einmal bedürfen, man legt nur die Zwiebel umgekehrt auf ein gewöhnliches Wasserglas, sie wächst hinein und gelangt so selbst zu vollkommner Blüthe *). Diese letztere Erfahrung benutzte ich nun, indem ich auf dem die Wurzeln enthaltenden Boden der Zwiebel ein flach trichterförmiges Loch schnitt, und so die Lösungen jener Salze hineintröpfelte. In weit kürzerer Zeit gelangt man auf diese Weise zu den oben angegebenen Resultaten.

Diese Versuche beweisen nun meiner Ansicht nach wenigstens mehr als alle andere, dafs die genannten den Thieren so feindliche Stoffe von den Vegetabilien, unbeschadet ihrer Existenz, wirklich aufgenommen werden, mithin ihre Unschädlichkeit für das Leben derselben. Weit interessanter und für die gesammte Lehre der Ernährung erspriefslicher dürfte aber die Erörterung der Frage seyn, ob nicht ein Theil dieser Stoffe auch von dem Vegetabil völlig assimilirt wurde. Ich behalte diefs künftigen Un-

*) Interessant ist es, dafs z. B. Hyacinthen sich so an dieses Medium gewöhnen, dafs sie bei etwaiger Entfernung aus demselben ungemein schnell, wie wir diefs bei Wasserpflanzen sehen, verwelken; aber nur mit Widerstreben wachsen sie in das Wasser hinein, was sich durch die bogenförmig gekrümmten Blätter, deren Spitze nach oben gerichtet ist, kund giebt, eine Erscheinung, die ich jedesmal beobachtete, wenn das Gefäfs weit genug war, um der Vegetation hinlänglichen Spielraum zu gewähren.

tersuchungen vor, obgleich ich die grofsen Schwierigkeiten nicht verkenne, denen ich im Verlauf derselben zu begegnen habe, da es hier nicht nur die sorgfältigste Bestimmung der etwa aufgenommenen Quantität, sondern auch die genaueste Berücksichtigung der anderweitig in jenen Vegetabilien vorhandenen Salze und deren chemischen Verbindungen erfordert. Sollte sich somit auch die Assimilation nachweisen lassen, so dürfte es am Ende doch noch unentschieden bleiben, was auf Rechnung der vitalen Action der Pflanze oder der chemischen Einwirkung der in ihr enthaltenen Salze zu setzen sey.

Ich enthalte mich alles weiteren Theoretisirens, da es meiner Meinung nach noch einer sehr grofsen Anzahl von Untersuchungen bedarf, um zu Ansichten zu gelangen, die, auf dem nur allein festen und unwandelbaren Boden der Erfahrung wurzelnd, mehr als ephemeren Werth behalten, und somit auch nur der Wissenschaft zu wahrem Nutzen gereichen können.

XIII. *Versuche über einige, die plötzliche Ausdehnung elastischer Flüssigkeiten betreffende, Erscheinungen; von Peter Ewart.*

(Schlufs).

Im August 1825 hatte ich Gelegenheit, über die plötzliche Ausdehnung der atmosphärischen Luft einige Versuche zu unternehmen, und unter andern den folgenden. *A* (Fig. 3. Taf. IV.) stellt den Querschnitt einer horizontalen, sieben Zoll im Durchmesser haltenden Röhre vor, welche Luft aus einem Gebläse in einen Ofen führte. *B* ist ein umgekehrter Glasheber, der seitwärts in die Röhre eingefügt wurde. In die gegenüberliegende Seite der Röhre war ein Loch von 0,4 Zoll Durchmesser ge-

bohrt, und in dieses ein konisches Rohr von verzinntem Eisenblech *CD* eingesetzt, welches eine Länge von 5,4 Zoll hatte, bei *C* 0,4 Zoll, und bei *D*, an seinem offnen Ende, 1,05 Zoll im Durchmesser hielt. In die untere Seite dieses konischen Rohres waren senkrecht zwei offne Glasröhren *E* und *F* eingefügt, deren untere Enden in einem Behälter mit Quecksilber standen. Die Axe der Röhre *E* war 0,5 Zoll von der Innenseite des Rohres *A*, und 2,2 Zoll von der Axe der Röhre *F* entfernt. In den umgekehrten Heber wurde etwas Quecksilber geschüttet, und das Gebläse dann in Thätigkeit gesetzt. Als nun die Luft mit einer Geschwindigkeit von 45 Fuſs in der Secunde durch die Röhre *A* ging, stand das Quecksilber in dem äuſsern Schenkel des Hebers 1,8 Zoll höher als in dem innern, wogegen es sich in der Röhre *F* um 0,4 Zoll, und in der Röhre *E* sogar um 2,7 Zoll erhob. Dieſs beweist, daſs die Elasticität der Luft bei *E* sehr verringert worden war, und daſs sie von *E* nach *F* wieder zunahm. Als der innere in *A* erhöht wurde, stieg das Quecksilber in beiden Röhren *E* und *F* fast in gleichem Verhältnisse.

In dem Septemberheft der *Annales de chimie et de physique* von 1827 wird eine, im J. 1826 von Hrn. Griffith, zu *Fourchambault* beobachtete, Thatsache berichtet, die der Beschreibung nach darin besteht: daſs, wenn man dem Strome, der aus einem Behälter voll comprimirter Luft durch eine Oeffnung in ebener Fläche entweicht, eine Scheibe entgegen hält, dieselbe alsdann, anstatt von der Oeffnung fortgestoſsen zu werden, vielmehr nach derselben hingezogen wird *). In demselben Hefte jener Annalen werden auch einige andere Versuche über das Ausströmen eines verdichteten Dampfes beschrieben.

Um die unter solchen Umständen auftretenden Wir-

*) Diese Thatsache ist schon früher, im October 1824, von Hrn. Roberts, Mitglied der Philosophical Society zu Manchester, beobachtet worden.

kungen der Expension comprimirten Luft näher zu untersuchen, habe ich noch den folgenden Apparat zusammengesetzt. *A* (Fig. 4. Taf. IV.) ist ein Längenschnitt einer senkrechten 4 Zoll im Durchmesser haltenden Röhre, die mit einem Behälter voll comprimirter Luft in Verbindung steht. *BC* ist ein Querschnitt einer flachen Scheibe von Holz, 11,8 Zoll im Durchmesser, welche in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung von 4 Zoll im Durchmesser besitzt, in welche das obere Ende der Röhre *A* gesteckt ist; *DE* ist der Querschnitt einer andern Holzscheibe, die gleichen Durchmesser mit *BC* besitzt, über dieser befestigt ist, und derselben durch Schrauben mehr oder weniger genähert werden kann.

In die Mitte von *DE* ist der umgekehrte Glasheber *F* eingesetzt, und 1,5 Zoll von ihm entfernt, ein zweiter *G*; ein dritter *M* steht seitwärts mit dem Rohre *A* in Verbindung; *H*, *I* und *K* sind kleine an beiden Enden offne Glasröhren, die mit ihren oberen Enden in *BC* eingefügt, und mit ihren untern in ein Gefäfs voll gefärbten Wassers getaucht sind. Die Axe der Röhre *H* ist 0,9, die der Röhre *I* 1,21, und die von *K* 3,4 Zoll von der Innenseite der Röhre *A* entfernt.

Nun wurde die Platte *DE* der Platte *BC* bis auf 0,2 Zoll genähert, etwas Quecksilber in die umgekehrten Heber gegossen, und der Compressionsapparat in Thätigkeit gesetzt. Der Heber *G* zeigte, wie der Heber *M*, einen inneren Druck von 1,25 Zoll, und der Heber *F* einen Druck von 1,3 Zoll Quecksilber. Das gefärbte Wasser stieg in *H* 9,0, in *I* 2,0, und in *K* 0,5 Zoll. Als der innere Druck in *A* verstärkt wurde, stieg das Wasser in *H*, *I* und *K* höher, und fast in allen diesen Röhren in gleichem Verhältnisse; und der herabwärtsgerichtete Druck auf *DE* übertraf nun noch mehr den aufwärts wirkenden Druck aus *A*.

Anhang. Die Erscheinungen, welche Hr. Ewart hier zum Gegenstande seiner Untersuchungen erwählt, und namentlich mittelst der in Fig. 2. Taf. IV. abgebildeten Vorrichtung auf eine recht belehrende Weise abgeändert hervorgerufen hat, sind im Wesentlichen den Lesern schon durch die Abhandlung des Hrn. Hachette, im Bd. 86. S. 265. dieser Annal., mitgetheilt worden. Indefs haben wir dennoch geglaubt, die Arbeit des Hrn. Ewart nicht übergehen zu dürfen, weil sie Gelegenheit giebt, die Aufmerksamkeit auf jene merkwürdigen Erscheinungen zurückzurufen, und es heut zu Tage, bei den mannigfaltigen und sehr ungleichen Bestrebungen im Gebiete der Naturlehre, gewifs immer von Nutzen ist, die wichtigeren Erfahrungen von Zeit zu Zeit wieder in Erinnerung zu bringen. Aus diesem Grunde halten wir es auch für zweckmäfsig, dem Gegenwärtigen noch den Bericht, in geringer Abkürzung, hinzuzufügen, welchen die HH. Biot, Poisson und Navier der Pariser Academie der Wissenschaften von den hieher gehörigen Untersuchungen des Hrn. Clément abgestattet haben, und welcher zur Zeit, als wir die Abhandlung des Hrn. Hachette mittheilten, noch nicht bekannt gemacht war.

Die Thatsache, um die es hier sich handelt, sagen die Berichterstatter in den *Ann. de chim. et de phys.* *T.* 36. *p.* 69., wurde den HH. Thénard und Clément-Desormes von Hrn. Griffith, Ingenieur des machines zu *Fourchambault* mitgetheilt und der Versuch vor ihren Augen an den Hohöfen zu *Torteron*, in *Berri*, im September 1826 wiederholt. Er besteht darin, dafs, wenn man aus einem Behälter stark comprimirte Luft durch eine Oeffnung in ebener Wand ausströmen läfst, und man dem Luftstrome ein Brett oder eine Metallscheibe entgegen hält, diese Körper zwar anfangs zurückgestofsen, sobald man sie aber dem Rande der Oeffnung hinlänglich genähert hat, angezogen werden. Das Ausströmen der Luft geschieht alsdann in dem schmalen Raume, der zwischen

schen beiden Ebenen bleibt, nach divergirenden Richtungen, und daraus entspringt eine Kraft, welche die bewegliche Ebene festhält, so dafs man sie nicht ohne Widerstand von der Ebene der Oeffnung entfernen kann.

Hr. Clément hat diesen Versuch wiederholt und auf verschiedene Weise abgeändert, indem er Wasserdampf statt der atmosphärischen Luft anwandte. Damit er gelinge, müssen begreiflich gewisse Verhältnisse obwalten zwischen der Geschwindigkeit der Flüssigkeit, der Gröfse der Oeffnung, der Gröfse der beweglichen Ebene, und dem kleinen Abstande der letzteren von dem Rande der Oeffnung. Die Bedingungen dieser Erscheinung sind noch nicht hinlänglich ergründet, um die Gränzen, über welche hinaus sie verschwindet, mit Gewifsheit angeben zu können. Wir wollen daher nur eines in unserm Beiseyn gemachten Versuches erwähnen, bei welchem der Durchmesser der Oeffnung 0,014 Met. und die Expansivkraft des Dampfes im Kessel ungefähr 2,8 Atmosphäre betrug. Der Dampfstrom ging senkrecht von oben nach unten. Eine Kupferscheibe von 0,08 Met. Durchmesser wurde in einem Abstande von $\frac{2}{3}$ Millimeter unter der Oeffnung angebracht, deren Rand ebenfalls 0,08 Met. im Durchmesser hielt. Die Kraft, mit welcher die Scheibe, bei diesem geringen Abstande von der Ebene der Oeffnung, zurückgehalten wurde, überstieg noch das 0,276 Kilogr. betragende Gewicht der Scheibe. Als die Spannung des Dampfes in dem Kessel etwas verringert wurde, verminderte sich auch diese Kraft, und die Scheibe fiel vermöge ihres Gewichts herab.

Der zweite Versuch bezweckte die Verringerung des Drucks, welche in dem Raume zwischen dem Rande der Oeffnung und der Scheibe in Folge des Ausströmens der Flüssigkeit stattfindet, nachzuweisen. Dieser Druckverminderung allein kann man die seltsame Erscheinung zuschreiben, dafs die Scheibe in einer Lage hängen bleibt, worin sie, wenn auch das Ausströmen der Flüssigkeit

nicht ganz verhindert, doch mindestens sehr erschwert. Man bohrte in die Scheibe, die wie die Ebene der Oeffnung bei diesem Versuche senkrecht stand, nahe an ihrem Rande eine kleine Oeffnung, und befestigte in derselben eine gebogene Glasröhre, welche in ein etwa 0^{m},5 unterhalb der Scheibe stehendes Gefäfs mit Wasser tauchte. Sobald das Ausströmen des Dampfes begann, stieg das Wasser aus dem Behälter in die Glasröhre und erhielt sich darin in einer gewissen Höhe über dem äufsern Niveau; ja es stieg sogar bis zum oberen Ende dieser Röhre und mischte sich mit dem am Rande der Scheibe ausströmenden Dampf, so dafs das Gefäfs durch dieses Aufsaugen bald geleert wurde.

Es geht aus diesem Versuche hervor, dafs, nahe am Rande der Scheibe und zwar nur hier, der innere Druck geringer ist als der atmosphärische, wovon man sich auch auf anderm Wege überzeugen kann. Denn, wenn man in die Mitte der Scheibe, welche der Mitte der Oeffnung gegenübersteht, ein Loch bohrt, so strömt daselbst der Dampf mit Heftigkeit heraus, und wenn man hier, wie vorhin, ein in Wasser getauchtes Rohr befestigt, so wird das Wasser in diesem Rohre hinabgedrückt. Hr. Clément hat auf diese Weise gefunden, dafs, in der Mitte der Scheibe, der innere Druck fast demjenigen gleich ist, welcher in dem Dampfkessel stattfindet, und von hier bis nach dem Umfang abnimmt, wo er sehr merklich geringer als der atmosphärische Druck ist *).

Eine andere interessante Bemerkung besteht darin, dafs ein Dampfstrom, der aus einem bis zu 100° C. erhitzten Behälter mit geringer Geschwindigkeit herausströmt, die in ihn gesteckte Hand stark verbrennt; dafs aber, wenn die Temperatur in dem Behälter höher ist, und der Dampf mit einer weit gröfseren Dichte und Geschwindigkeit herauskommt, der Strom sich oberhalb der Mündung beträchtlich abkühlt, und nicht mehr im Stande ist die Hand zu verbrennen.

(* Damit stimmen Hrn. Ewart's Versuche nicht ganz überein. *P.*

Die Erklärung, welche Hr. Clément von diesen Erscheinungen gegeben hat, besteht darin, dafs er das Ausströmen von Luft oder Dampf zwischen dem Rande der Oeffnung und der Scheibe für analog betrachtet mit dem Ausströmen von Wasser durch ein divergirend konisches Rohr, bei welchem bekanntlich auch die Wände des Rohrs einen Druck von aufsen nach innen erleiden. Denkt man sich eine Reihe, um die Axe der Mündung concentrisch liegender, Cylinderflächen, welche den kleinen Zwischenraum zwischen der Ebene der Oeffnung und der Scheibe zur Höhe haben, und eben so in dem konischen Rohre eine Folge von Querschnitten, senkrecht auf dessen Axe, so ist klar, dafs, in beiden Fällen, die Flüssigkeit bei ihrem Ausströmen, in immer gröfsere cylindrische oder kegelförmige Räume übergehen mufs; und diefs sieht Hr. Cl. als die Ursache der hiebei beobachteten Druckverminderung an.

Um diese Erklärung noch mehr zu bekräftigen, liefs Hr. Clément ein 0^{m},25 langes kegelförmiges Rohr verfertigen, das an einem Ende *ein* und am andern *sechs* Quadratcentimeter im Querschnitt hielt, und in welches, nahe am weiteren Ende durch ein kleines Loch, ein in Wasser gestecktes Glasrohr eingesetzt wurde. Als man nun Dampf durch das grofse Rohr strömen liefs, wurde ein gleiches Ansteigen des Wassers wie vorhin beobachtet. Beide Arten des Ausströmens scheinen also ganz analog zu seyn. Hr. Clément hat überdiefs beobachtet, dafs, wenn beim Ausströmen des Dampfs durch einen solchen Kegel, die Temperatur im Kessel 130° bis 140° C. beträgt, ein Thermometer am weiteren Ende des Rohrs dann nur 95° C. zeigt; wogegen es hier auf etwa 100° steht, wenn der Dampf im Kessel nur dem Druck von einer Atmosphäre erleidet.

Bei einem andern Versuche erlitt die Wand eines cylindrischen Rohres, durch welches der in dem Behälter bis zu drei Atmosphären comprimirte Dampf aus-

strömte, einen starken Druck von innen nach aufsen. Dieser Versuch ist dadurch merkwürdig, dafs er in seinem Resultate ganz von dem Verhalten der incompressiblen Flüssigkeiten abweicht. Man weifs nämlich, dafs, wenn Wasser durch einen horizontalen Cylinder, der an keinem seiner Enden verengt ist, ausfliefst, der Druck von innen auf die Wand den atmosphärischen von aufsen nicht merklich übertrifft, ja ihm selbst an einigen Punkten nachsteht, sobald die Röhre vorne nicht erweitert ist.

Seit der Zeit hat Hr. Hachette die Versuche des Hrn. Clément wiederholt, und auch darin abgeändert, dafs er zwischen der Scheibe und dem Rande der Oeffnung Wasser ausfliefsen liefs. Es schien ihm, als würde die scheinbare Anziehung durch ein Ausfliefsen zwischen zwei parallelen concaven Flächen merklich verstärkt. Die Druckverminderung, welche in einem konisch divergirenden Rohre stattfindet, hat Hr. Baillet durch einen recht einfachen Versuch dargethan. Er setzt nämlich einen Papiertrichter auf die Düse eines gewöhnlichen Blasebalgs; bläst man nun mit diesem, so fällt der Trichter augenblicklich durch den Druck von aufsen zusammen.

Um sich einen richtigen Begriff von diesen Erscheinungen zu verschaffen, mufs man den Unterschied zwischen incompressiblen und elastischen Flüssigkeiten wohl erwägen.

Daniel Bernoulli ist der Erste, welcher, bei Aufstellung einer richtigen Theorie über die Bewegung incompressibler Flüssigkeiten in Gefäfsen, die aus dieser Bewegung entspringenden Veränderungen im hydrostatischen Druck in Betracht gezogen hat. Seine ersten Untersuchungen hierüber schreiben sich vom J. 1726 her, und sind im 2. Bande des *Commentar. acad. Petropol.* erschienen. Im 4. Bande derselben Denkschriften findet man die sinnreichen und entscheidenden Versuche beschrieben, welche dieser grofse Mathematiker zur Bestä-

tigung seiner Theorie angestellt hat. Dieselben Gegenstände sind im 12. Abschnitt seiner 1738 herausgekommenen Hydrodynamica abermals behandelt, und bilden einen der interessantesten Theile dieses Werkes, von dem Lagrange sagt: »es glänze darin eine Analyse, die eben so elegant in ihrem Gange, als einfach in ihrem Resultate sey.« Das Hauptgesetz, welches Bernoulli aufstellt, läfst sich folgendermafsen ausdrücken. Nach gleichförmig gewordener Bewegung der Flüssigkeit, ist der Druck in jedem Querschnitt des Gefäfses gleich der Differenz zwischen dem hydrostatischen Druck (d. h. demjenigen, welcher bei verschlossener Ausflufsöffnung stattfinden würde) und dem Druck, welcher der Höhe entspricht, von der die Flüssigkeit herabfallen müfste, um die in demselben Querschnitt stattfindende Geschwindigkeit zu erlangen. Diefs Gesetz setzt nur voraus, dafs die Ausflufsöffnung sehr klein sey gegen den oberen Querschnitt des Gefäfses, und Versuche haben bewiesen, dafs es dann mit den Vorgängen in der Natur übereinstimmt.

Bernoulli's Versuche sind von verschiedenen Personen wiederholt worden. Wir führen nur an: die von Bonati und Stratico, welche 1790 im 5. Bande der *Memorie di mathematica e fisica della società italiana* bekannt gemacht wurden; die von dem venetianischen Ingenieur Delanges, welche 1792 im 15. Bande der *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arte* zu Mailand erschienen, und endlich die von Venturi, welche 1796 dem französischen Institute überreicht wurden. Alle diese Untersuchungen stimmen in ihren Resultaten mit der Theorie überein; auch haben sie zur Erklärung einiger andern Erscheinungen geführt, z. B. zu der der Wirkungen der in den Hütten gebräuchlichen Wassertrommeln.

Die erwähnte Theorie setzt übrigens offenbar voraus, dafs die Flüssigkeit die Querschnitte des Gefäfses gänzlich ausfülle. Wenn man ein konisch divergirendes Rohr auf eine Mündung setzt und durch dasselbe eine

Flüssigkeit ausfliefsen läfst, so kann sie es ganz ausfüllen, und nur dann findet das Bernoulli'sche Gesetz seine Anwendung: allein sie kann auch aus der Oeffnung hervorschiefsen, ohne die Wand des Rohrs zu berühren. In diesem letzteren Falle sucht, wie leicht einzusehen, der Wasserstrahl, vermöge einer Art von Reibung, die zwischen ihm und der Wand des Rohrs befindliche Luft mit fortzureifsen, und dadurch wird der Druck innerhalb des Rohres geringer als der atmosphärische.

Was nun die elastischen Flüssigkeiten betrifft, so ist deren Ausfliefsen aus Gefäfsen bis jetzt noch nicht auf eine allgemeine Weise von den Mathematikern behandelt worden. Die Vorgänge sind hier verwickelter, theils wegen der Elasticität der Flüssigkeit, theils wegen der Temperaturänderungen, die, vermöge der die Volumensänderungen begleitenden Aenderungen in der specifischen Wärme, in verschiedenen Theilen eintreten können. Noch verwickelter werden sie bei den Dämpfen, z. B. beim Wasserdampfe, weil es hier nöthig wird, auf die etwa durch Erkaltungen bewirkten partiellen Condensationen und die bei diesen stattfindenden Wärmeentwicklungen Rücksicht zu nehmen. Die Analysis wird schwerlich für jetzt die Lösung dieser Aufgaben erreichen, und die Physik liefert ihr auch nicht die erforderlichen Elemente dazu.

Vernachlässigt man die Temperaturveränderungen, und begnügt man sich ein elastisches Fluidum, z. B. die atmospärische Luft, zu betrachten, so ist es leicht die Hypothese von dem Parallelismus der Schichten auf den Fall anzuwenden, wo ein solches Fluidum aus einem Behälter ausfliefst, worin ein constanter Druck erhalten wird. Man kann hierüber den Aufsatz zu Rathe ziehen, welcher einer von uns (Hr. Navier) in den *Annales de chimie et de physique, T.* 34. *p.* 400., bekannt gemacht hat. Die daselbst erhaltenen Resultate stimmen ohne Zweifel nicht ganz mit den Vorgängen in der Natur über-

ein; allein sie können einen genäherten Begriff von denselben geben. In Bezug auf den hier besprochenen Gegenstand folgt aus ihnen, dafs der innere Druck stets gröfser als der äufsere bleibt, wenn die Flüssigkeit durch ein cylindrisches oder ein konisch convergirendes oder divergirendes, Rohr das auf eine Mündung aufgesetzt ist, ausfliefst. Das Resultat ist also von dem, was bei einer incompressiblen Flüssigkeit stattfindet, darin verschieden, dafs letztere, beim Ausfliefsen durch ein cylindrisches, am Eingange erweitertes, Rohr einen dem atmosphärischen gleichen Druck, und, beim Ausfliefsen durch ein divergirendes Rohr, einen geringern Druck als den atmosphärischen erleidet. Damit beim Ausfliefsen einer elastischen Flüssigkeit der innere Druck geringer als der äufsere sey, ist erforderlich, dafs die Flüssigkeit vor Erreichung des letzten Querschnitts einen Ort treffe, wo der Durchgang enger ist als in diesem Querschnitt, und weiterhin, zwischen dieser Zusammendrängung und der Mündung, einen gröfseren Raum, worin sie gezwungen ist sich auszudehnen. Uebrigens setzt auch das eben angeführte Resultat voraus, dafs die Flüssigkeit die Querschnitte des Rohrs ganz ausfülle. Wenn man sie durch ein divergirendes Rohr ausfliefsen läfst, so ist diese Bedingung nur dann erfüllt, wenn eine gewisse (vom Calcul nachgewiesene) Relation zwischen der Divergenz des Rohrs, dem äufsern und dem im Luftbehälter herrschenden Druck stattfindet. Bei einer zu grofsen Divergenz des Rohrs füllt der Strom dasselbe nicht mehr aus, und alsdann ist die Theorie nicht mehr anwendbar. Die Erscheinung ändert alsdann ihre Natur; allein einzusehen ist, dafs hier, wie bei einer incompressiblen Flüssigkeit, der Strom die ihn umgebende Luft mit fortzureifsen, und folglich das divergirende Rohr zu evacuiren sucht, wodurch dann in dem Rohr ein geringerer Druck als der atmosphärische hervorgerufen wird.

Was die Erkältung betrifft, welcher ein Strom comprimirten Dampfes erstlich bei Ankunft am Ende eines

divergirenden Rohres, und, dann nach dem Austritt aus demselben erleidet, so scheint sie offenbar daraus zu entspringen, dafs der Dampf, sowohl am Ende des Rohrs, wo der Druck geringer als der der Atmosphäre ist, als auch in noch höherem Grade bei seiner Vermischung mit der atmosphärischen Luft, eine Ausdehnung erleidet.

Endlich müssen wir noch Einiges von dem möglichen Einflufs dieser Erscheinungen auf die Sicherheitsventile der Dampfkessel sagen. Bei einem Ventile aus einer beträchtlich grofsen Scheibe bestehend, die auf der in ebener Fläche befindlichen Oeffnung liegt, oder innerhalb gewisser Gränzen, selbst bei einem Kegelventile, ist es allerdings möglich, dafs sich die in Rede stehende Erscheinung einstellt, und das Ausströmen des Dampfes in beträchtlichem Grade vermindert. Dieses findet statt, wenn die Bewegung, welche das Ventil durch den Dampf erhalten hat, noch innerhalb des kleinen Abstandes von der Oeffnung, welcher zur Erzeugung dieser Erscheinung erforderlich ist, von dem Gewicht des Ventils aufgehoben wird. Dazu bedarf es gewisser Verhältnisse zwischen der Breite der Scheibe und des Randes der Oeffnung, dem Gewichte, mit dem die Scheibe beschwert ist, der Adhäsion, die gewöhnlich zwischen dem Rande der Oeffnung und der Scheibe stattfindet, und dem Ueberschufs der Elasticität des Dampfs über den atmosphärischen Druck. Die Gränzen, innerhalb derer das Phänomen auftreten kann, sind noch nicht hinlänglich bestimmt, als dafs man für jetzt die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls bei Sicherheitsventilen angeben könnte. Diese Wahrscheinlichkeit wird aber sehr gering, wenn man der Scheibe und dem Rande der Oeffnung nur eine geringe Breite giebt *).

*) Etwas ausführlicher hat späterhin Hr. Péclet diesen Gegenstand behandelt (*Annal. de l'industr. franc. T. II. p.* 225.) auf Veranlassung der Behauptung des Hrn. Clément, dafs die Ventile an Dampfkesseln keine Sicherheit gewähren könnten, weil

XIV. *Ueber die Farben der Gitter; von Hrn. Babinet.*

(Vorgelesen in der philomatischen Gesellschaft zu Paris, am 8. Dec. 1827. *Ann. de chim. et de phys. T. XXXX, p.* 166.)

In dem Aufsatze über *die von doppelten Flächen in Distanz erzeugten Interferenzen* und über die Anwendung dieser Erscheinungen auf die Theorie der *dicken Platten*, welchen ich die Ehre hatte der Gesellschaft zu überreichen, betrachtete ich einen der Fälle, wo man, ohne die vollständige Berechnung einer resultirenden Welle zu Hülfe zu nehmen, im Stande ist über die Hauptumstände einer Reihe abwechselnder Farben Aufschlufs zu geben. Ihrer Entstehung nach noch einfachere, aber durch ihre Lebhaftigkeit weit merkwürdigere Erscheinungen bekommt man, wenn man einen leuchtenden Gegenstand, z. B. ein Kerzenlicht, durch ein Gitter von sehr dünnen, in sehr kleinen Zwischenräumen parallel ausgespannten Drähten, oder durch eine durchsichtige Tafel, auf welche sehr dicht neben einander Parallellinien radirt sind, betrachtet. Bei einer solchen Tafel wirkt die Mattigkeit der eingeritzten Furchen wie die Undurchsichtigkeit der parallelen Drähte

sie sämmtlich konisch seyen. Hr. P. zeigt, dafs bei einer Scheibe, wie *cd* (Fig. 5. oder 6. Taf. IV.), die auf dem Rande *ab* der Oeffnung *mn* liegt, allerdings Gefahr vorhanden sey, weil der Druck der Atmosphäre hier auf die ganze Fläche *cd* wirke, der Dampf mit seiner vollen Kraft aber nur auf den Theil *m'n'*, und dafs dieser daher, um jenen Druck und das Gewicht der Scheibe zu überwinden, eine weit gröfsere Expansivkraft als die Atmosphäre haben müsse. Dagegen braucht man, nach Hrn. P., bei Kegelventilen, wie Fig. 7., nichts zu befürchten, da bei ihnen die untere Fläche *EF* sich zu der oberen *AB* in der Regel wie 10:11 verhält, und daher schon ein Drucküberschufs von etwa $\frac{1}{10}$ Atmosphäre hinlänglich ist, den vom Ausfliefsen herrührenden Widerstand zu überwältigen.

des Gitters. Das Licht, welches von Drahtgittern oder von parallelen Furchen undurchsichtiger oder durchsichtiger Flächen reflectirt wird, liefert analoge Farben. Uebrigens sind diese von denen, die durch ein Paar Fäden oder Furchen auf polirten Flächen erzeugt werden, wesentlich verschieden; denn die Erklärung dieser letzteren bezieht sich auf die bekannten Erscheinungen der *engen Oeffnungen*, und hängt durchaus nicht von dem gegenseitigen Abstand der Drähte oder Furchen ab, wogegen dieses Element alleinig die Farben der Gitter bedingt, deren Untersuchung ich hier beabsichtige.

Alle Umstände bei diesen Farben lassen sich, nach den theoretischen Sätzen der HH. Young und Fresnel, und nach den schönen Beobachtungen des Hrn. Fraunhofer über die Spectra der Gitter *) auf eine sehr einfache Weise aus dem Interferenzprincipe ableiten. Ich lege hier der Gesellschaft ein Gitter vor, bestehend aus Strichen, die mit dem Diamant auf eine Glasplatte ungemein regelmäfsig radirt worden sind, und zwar in Zwischenräumen von 0,01 Millimeter, so dafs sich auf einer Breite von fünf Millimeter fünfhundert parallele Striche befinden. Ich verdanke dieses Gitter der freundschaftlichen Gefälligkeit des Hrn. Lebaillif, dessen grofse Geschicklichkeit mehreren Mitgliedern der Gesellschaft genugsam bekannt ist.

Eine Kerzenflamme, oder besser noch eine enge und stark erleuchtete Oeffnung M (Fig. 8. Taf. IV.), die man durch dieses Gitter entweder mit blofsem Auge oder auch mit Hülfe einer Lupe betrachtet, zeigt auf jeder Seite des directen Bildes, dessen Deutlichkeit durch die Zwischenstellung des Gitters nicht gestört wird, eine Menge Spectra HC, $H'C'$, $F''D''$, $F'''D'''$, die sehr leb-

*) Die vortreffliche Abhandlung des verewigten Fraunhofer, auf welche Hr. Babinet sich hier bezieht, findet man ausführlich im 8. Bd. der Denkschriften d. K. Academie zu München, und ein Nachtrag dazu in dies. Ann. Bd. 74. S. 336. *P.*

hafte und sehr deutliche Farben besitzen, und desto breiter sind, je weiter sie von dem directen Bilde *M*, das ganz farblos bleibt, abstehen. Die beiden ersten Spectra *HC*, *HC*, zur Rechten und Linken der Oeffnung, sind die einzigen, welche mit den nach folgenden nicht zusammenfallen. Die Dispersion ihrer Farben ist beinahe der Dispersion bei einem Flintglasprisma von 60° gleich, wenn die Furchen des Gitters um 0,01 Millimeter von einander abstehen. Bei dem zweiten, dritten, vierten Spectrum ist die Dispersion zwei-, drei-, viermal so grofs, und so fort.

Aehnliche Erscheinungen bemerkt man mittelst Reflexion an Silber- oder Messingplatten, die in Abständen von 0,02 Millimeter mit parallelen Furchen versehen sind, an Perlenmutterflächen, die zwanzig Striche auf einen Millimeter besitzen, und endlich an den englischen und französischen Metallknöpfen, die zur Zierde nach verschiedenen Richtungen hin geritzt worden sind.

Sehr richtig hat Fraunhofer bemerkt, dafs die Lage und die Gröfse der Reihe von Spectris, welche diese Apparate und besonders die parallel ausgespannten Drähte zeigen, nicht von dem gegenseitigen Abstande und der Dicke der Drähte des Gitters abhangen, sondern von der Summe der Dicke eines Drahts und der Breite des Raumes zwischen diesem und dem folgenden Draht. Durch Messungen von aufserordentlicher Genauigkeit hat derselbe gefunden, dafs in den auf einander folgenden Spectris die Abstände der homologen Theile gleich sind, auch hat er für jeden Strahl eines jeden Spectrums seinen Winkelabstand vom directen Lichte bestimmt. Die sorgfältige Beobachtung der schwarzen Linien im Spectrum des Sonnenlichts, welche mit denen in den Spectris der Gitter übereinkommen, haben ihm erlaubt, die verschiedenen Theile der Spectra mit einer Schärfe festzusetzen, welche man durchaus von keinem andern Mittel erwarten darf.

Die Fig. 8. Taf. IV., eine Verkleinerung der Fraunhofer'schen, zeigt diese dunklen Linien in den einzelnen Spectris; der Strich C liegt am rothen und der Strich H am violetten Ende des Spectrums. Da die Zwischenräume MC, CC, oder vielmehr MD, DD', $D'D''$, $D''D'''$ u. s. w., einander gleich sind, so sieht man, dafs z. B. das Spectrum $H'C$, dessen Länge MC weniger MH' ist, doppelt so grofs ist wie das Spectrum HC, welches zwischen MC und MH liegt, welche Räume respectiv halb so grofs sind wie die vorhergenannten. In den übrigen Spectris verschwinden einige nach den Enden hin liegende Linien, weil sie von den vorangehenden oder nachfolgenden Spectris bedeckt werden, allein wenn man in dem ersten, zweiten, dritten und vierten Spectrum z. B. die Zwischenräume FD, $F'D'$, $F''D''$, $F'''D'''$ mifst, so findet man $F'D'$ zweimal, $F''D''$ dreimal, und $F'''D'''$ viermal so grofs als wie FD.

Um die Abstände der verschiedenen Spectra links und rechts von M zu messen, bediene ich mich eines sehr genauen Mittels, welches dazu einfacher ist als das von Fraunhofer angewandte, der Theodolith. Zwei enge Oeffnungen B und N (Fig. 9. Taf. IV.), deren Abstand hernach sehr genau gemessen wird, geben, wenn man sie mit einem Gitter beobachtet, rechts und links Farbenspectra. Wenn man nun die Entfernung des Gitters von den Oeffnungen oder den gegenseitigen Abstand der letzteren verändert, so kann man dadurch beliebige Theile des Spectrums A, des ersten zur Rechten der Oeffnung B, mit den analogen Theilen des Spectrums M, des ersten zur Rechten der Oeffnung N, in Coïncidenz bringen. Die Entfernung des Gitters von den Oeffnungen, verbunden mit dem gegenseitigen Abstande dieser, giebt das Doppelte des Winkels, um welchen das eine dieser beiden Spectra abgelenkt ist. Auf gleiche Weise verfährt man, um die Ablenkung der folgenden Spectra zu erhalten. Uebrigens verdanken wir Fraunhofer

147 Beobachtungen solcher Ablenkungen, und daher sind neue Messungen überflüssig, sobald man nur beabsichtigt das Gesetz der Erscheinung zu bestätigen.

Um dieses Gesetz zu begreifen und sich zu erklären, nehme man an, dafs *MN* (Fig. 10. Taf. IV.) ein Gitter vorstelle, und *LP*, *QA*, *KB*, *BN* die für das Licht undurchdringlichen, so wie *HL*, *PQ*, *AK*, *BR* die durchsichtigen Theile desselben seyen. Die Erscheinung hängt ab von der Gröfse der unter einander gleichen Zwischenräume *HP*, *PA*, *AB*, *BN*, die aus einem undurchsichtigen und einem durchsichtigen Theile bestehen. Man wähle einen dieser kleinen Zwischenräume, z. B. *AB*, der eine solche Lage hat, dafs für das in *C* befindliche Auge der Unterschied der Linien *BC* und *AC* gleich sey der Länge einer ganzen Undulation für eine gewisse Lichtgattung. Da die einfallenden Strahlen *SH*, *SA*, *SB* u. s. w. senkrecht stehen auf der Ebene des Gitters, und sie gemeinschaftlich aus einem hinlänglich entfernten Lichtpunkt entsprungen sind, überdiefs die Linien *AC* und *BC*, wegen Kleinheit der Linie *AB*, beinahe parallel laufen, sich also der Bogen *AG*, der aus *C* mit dem Halbmesser *AC* beschrieben ist (so dafs man hat $BG = BC - AC = \lambda$) als eine gemeinsame Normale auf den Linien *AC* und *BC* betrachten läfst, so wird *BG*, gleich λ, die Strecke seyn, um welche ein Strahl, der den Weg *SBC* nimmt, gegen den, die Linie *SAC* durchlaufenden, Strahl zurückbleibt.

Man denke sich nun für einen Augenblick den Zwischenraum *AB* ganz frei, und ziehe durch den, in der Mitte von *AB* befindlichen, Punkt *I* einen Strahl *SIC*, welcher folglich nur die Hälfte von *BG*, d. h. um eine halbe Undulation gegen den dem Wege *SAC* folgenden Strahl zurückbleibt. Man sieht leicht, dafs in dieser Annahme der Strahl, welcher durch *A* nach *C* geht, von dem, welcher sich über *I* nach *C* fortpflanzt und von ihm um eine halbe Undulation abweicht, zerstört

wird. Eben so werden alle successiven Elementarstrahlen, welche in den verschiedenen Punkten zwischen A und I entspringen, durch diejenigen zerstört, welche von den zwischen I und B liegenden Punkten ausgehen, weil sie gegen die ersteren um eine halbe Undulation zurückstehen. Der Theil AB des Gitters wird also ganz des Lichtes beraubt erscheinen.

Wenn wir uns aber nun den opaken Theil KB des Zwischenraums AB wieder hergestellt denken, und IF gleich AK nehmen, so werden die devirirten Strahlen, die zwischen A und K ihren Ursprung nehmen, nicht mehr durch die, welche zwischen I und F entspringen, könnten, und von ihnen um eine halbe Undulation abgewichen seyn würden, zerstört, weil diese letzteren von dem undurchsichtigen Stücke KB aufgefangen werden. Die ersteren bleiben also unvernichtet und bringen nach C ein desto lebhafteres Licht, je mehr AK der Gleichheit mit AI, der Hälfte von AB, näher kommt. Man darf den Zwischenraum AK aber nicht über I hinaus vergröfsern, wie, wenn z. B. AF der durchsichtige und FB der undurchsichtige Theil des Gitters wäre; denn dann würde ein Theil der nahe an A vorbeigehenden Strahlen durch die zwischen I und F entspringenden, von dem opaken Theil des Gitters nicht mehr aufgefangenen, Strahlen vernichtet werden. Diese Eigenthümlichkeit, welche sich auf die Intensität des von AB ausgehenden Lichtes bezieht, ist Fraunhofern entgangen; sie verdiente durch genaue Versuche nachgewiesen zu werden.

Da die Farbe, deren Undulationslänge λ ist, in dem Gitter-Stücke AB, für welches man hat $BG = \lambda$, nicht aufgehoben wird, so ist es leicht, den Winkel HCA oder HCB zu bestimmen, welchen der, diese Farbe zum Auge in C führende, Strahl AC oder BC, mit dem directen Lichte SC macht. Es haben nämlich die rechtwinklichen Dreiecke HCB und BAG den Winkel B gemeinschaftlich, und folglich sind sie einander ähnlich. Das Ver-

hältnifs von HB zu BC oder der Sinus des Winkels HCB, welchen ich durch δ bezeichne, wird also gleich seyn dem Verhältnifs von BG zu BA, d. h. dem Verhältnifs von λ zu der Gröfse AB, welche ich c nennen werde. Man hat demnach:

$$sin\,\delta = \frac{\lambda}{c}.$$

Durch eine ähnliche Folgerung läfst sich zeigen, dafs diese nämliche Farbe, deren Wellenlänge λ ist, auch in den Zwischenräumen des Gitters bestehen bleibt, welche weiter als AB von H entfernt sind, und bei welchen BC zwei-, drei-, oder viermal so grofs als λ ist. Man hat also für den Ablenkungswinkel δ den Ausdruck:

$$sin\,\delta = \frac{m\lambda}{c}$$

worin m eine ganze Zahl ist, die den Rang des Spectrum bezeichnet, zu welchem die jedesmalige Farbe gehört.

Bei Untersuchung der sehr einfachen Beziehung, die zwischen der Ablenkung des Strahls und seiner, die Farbe bedingenden, Undulationslänge λ besteht, sieht man sogleich, dafs die weniger brechbaren Strahlen, für welche λ gröfser ist, auch am meisten abgelenkt werden, und dafs demnach in jedem Spectrum das Roth am entferntesten und das Violett am nächsten dem directen Bilde liegt. Man sieht auch, dafs die Spectra in der Nähe des directen Bildes, für welche δ nicht zu beträchtlich ist, wegen der Proportionalität des Bogens mit dem Sinus, in gleichen Abständen von diesem Bilde liegen müssen. Eben so lassen sich alle übrigen Umstände aus der Formel ableiten, welche das Gesetz der Erscheinung ausdrückt.

Die Beobachtung der Ablenkungen δ ist sehr geeignet, die Undulationslänge λ für jede Strahlengattung kennen zu lehren. Denn da die Gröfse c viele Male in den Gittern enthalten ist, so kann man immer ein grofses Multiplum dieser Gröfse auf einmal messen, und dadurch ihren Werth sehr genau bestimmen. Diefs hat auch

Fraunhofer mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit gethan. Nach seinen Messungen haben die Undulationslängen λ der Strahlen, die von ihm mit den Buchstaben *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H* bezeichnet sind, die folgenden Werthe in Pariser Zollen:

		Pariser Zoll.	Millimeter.
Für den Strahl	*B* . .	λ = 0,000 02541	= 0,000 6878
	C . .	= 0,000 02425	= 0,000 6565
	D . .	= 0,000 02175	= 0,000 5888
	E . .	= 0,000 01943	= 0,000 5260
	F . .	= 0,000 01789	= 0,000 4843
	G . .	= 0,000 01585	= 0,000 4291
	H . .	= 0,009 01451	= 0,000 3928.

Ich habe die Zolle durch Multiplication mit 27,070 in Millimeter verwandelt. Obgleich das Verhältnifs zwischen den beiden äufsersten dieser Zahlen die Zahl 2 nicht erreicht, so ist doch leicht aus der von **Fraunhofer** gegebenen Abbildung des Sonnenspectrums zu ersehen, dafs an den beiden Enden noch sichtbare Strahlen vorhanden sind, deren Wellenlängen in einem gröfseren Verhältnisse als 1:2, ja, nach einer ziemlich sichern Schätzung, in dem Verhältnisse 1:2,1 stehen, so dafs die Wellenlänge für das äufserste Roth 0,000 75, und für das äufserste Violett 0,000 36 Millimeter beträgt.

Wenn man mit dem Gitter *MN* (Fig. 10. Taf. IV.) Strahlen, wie *SA*, *SI*, *SB*, auffängt, so dafs das in *C* befindliche Auge die devirirten Strahlen durch Reflexion wahrnimmt, so ist es leicht zu ersehen, dafs die Unterschiede im Gange der Strahlen die nämlichen wie im vorhergehenden Falle sind, und dafs man folglich die nämlichen Farben an den nämlichen Theilen des Gitters beobachten wird, was auch mit der Erfahrung übereinstimmt.

Wenn man annimmt, dafs die zum Gitter in *F* (Fig. 11. Taf. IV.) gelangenden Strahlen aus einem nicht unend-

lich

lich entfernten Punkt entspringen, so hängt die Farbe, die in AB zum Vorschein kommt, von $EB+BG$ ab, und wenn diese Gröſse gleich ist einer oder mehreren ganzen Undulationen einer gewissen Farbe, so bleibt diese Farbe in dieser Richtung für das in C befindliche Auge sichtbar. Bezeichnet δ wie vorhin den Winkel HCB oder HCA, und α den Winkel HFA oder HFB, so hat man offenbar:

$$\frac{BG}{AB}=\sin\delta;\ \frac{EB}{AB}=\sin\alpha,$$

woraus: $BG=c\sin\delta;\ EB=c\sin\alpha;$

also: $BG+EB=c\sin\delta+c\sin\alpha;$

aber diese Gröſse muſs ein Vielfaches von λ seyn; man hat also endlich:

$$m\lambda=c\sin\delta+c\sin\alpha,$$

oder

$$\frac{m\lambda}{c}=\sin\delta+\sin\alpha.$$

Es ist leicht eine analoge Rechnung auf den Fall anzuwenden, wo die Ebene des Gitters schief stände gegen die Strahlen des directen Bildes. Die Fig. 12. Taf. IV. stellt diesen Fall vor, für Strahlen, die von G ausgehen und durch den Theil AB des Gitters zu dem in C befindlichen Auge gelangen. Man wird haben müssen:

$$GAC-GBC=m\lambda.$$

Dieselbe Figur zeigt den Fall einer schiefen Reflexion; die Strahlen gehen vom Punkte F aus, und gelangen durch Reflexion zum Auge in C. Wenn man mittelst der gemeinschaftlichen Normalen AD, BE, gleiche Stücke von den Wegen der Strahlen FAC, FBC abschneidet, so wird die Farbe von dem Unterschiede zwischen AE und DB abhangen, und man wird diesen in dem Ausdruck:

$$AE-DB=m\lambda$$

leicht durch den Sinus der Winkel ersetzen.

Die Verschiedenheit, welche zwischen den Farben

der Gitter und den der engen Oeffnungen besteht, ungeachtet sich auf beide Fälle dieselben Interferenzprincipien anwenden lassen, wird begreiflicher, wenn man erwägt, dafs, falls AB (Fig. 10.) eine enge Oeffnung, für die $BG=\lambda$, wäre, das Auge von dieser Oeffnung keinen Strahl erhalten würde, während es bei dem Gitter von demselben Theile diese Lichtgattung auf das allerlebhafteste empfängt. Man kann auch nicht die Farben des Zwischenraumes AB am Gitter auf den durchsichtigen Theil AK, denselben als enge Oeffnung angesehn, beziehen, weil die nach C gelangende Farbe alsdann nach der Gröfse AK der Oeffnung veränderlich seyn müfste, was der Beobachtung widerspricht.

Bedürfte es eines neuen Beweises, *dafs das Licht keine Neigung hat sich nach einer bestimmten Richtung fortzupflanzen*, so würde man ihn leicht in der grofsen Schiefe finden, unter welcher die Gitter in Bezug ihre Ebene die Strahlen durchlassen. Als einer der merkwürdigsten Fälle mag folgender erwähnt werden: Wenn man mit dem Netze MN (Fig. 11. Taf. IV.) die z. B. in Richtung FA gehenden Sonnenstrahlen auffängt und das Auge in C befindlich ist, so kann man die Strahlen FA in solche Schiefe gegen die Ebene MN bringen, und die Richtung AC von diesem Gitter zum Auge auf der andern Seite so sehr gegen die nämliche Ebene neigen, dafs die nach FA gehenden Strahlen fast dem Gitter parallel liegen, und genöthigt sind beinahe geradeswegs wieder zurückzugehen, um in C anzulangen. Diefs liefert eine fast vollständige Bestätigung der Huyghens'schen Hypothese.

Wie klein aber auch die Länge einer Lichtwelle sey, da deren ungefähr zweitausend auf ein Millimeter gehen, so bietet dieselbe dennoch, sobald sie von einem Strahl von wohlbestimmter Natur, wie von denen, die Wollaston und späterhin Fraunhofer im Sonnenlicht entdeckten, genommen wird, ein unveränderliches

Normalmaafs dar, welches, bei der Schärfe der heutigen Beobachtungsmittel, genauer ist als unsere Bestimmungen von den Maafsen der Alten. In der That kann man bei einem Blicke auf die Resultate von Fraunhofer ohne Bedenken annehmen, dafs derselbe die Undulationslänge der Strahlen bis auf $\frac{1}{2500}$ bestimmt hat. Da das Meter bekannt ist, so ist auch die Undulationslänge bis zu dieser Annäherung bekannt; und umgekehrt, wenn die Undulationslänge von Neuem mit derselben Genauigkeit gemessen wird, kann man daraus das Meter bis auf $\frac{1}{2500}$ herleiten, d. h. man braucht nicht zu befürchten, auf dessen Länge einen Fehler von einem halben Millimeter zu begehen. Diefs übertrifft bei weitem die Genauigkeit, mit welcher uns die Maafse der Alten bekannt sind, und selbst die, mit welcher unsere gebräuchlichen Maafse ausgeführt werden. Um übrigens ein Paar Vergleichungspunkte zu liefern, mufs ich noch sagen, dafs die Gradmessungen gegenwärtig das Meter ungefähr bis auf $\frac{1}{20}$ Millimeter, und die Pendelbeobachtungen dasselbe ungefähr bis auf $\frac{1}{50}$ Millimeter genau angeben *).

*) Sollte die Erde einmal mit einem Cometen zusammenstofsen, so würde ohne Zweifel ihre Rotationsaxe und ihre Gestalt verändert werden, und dann würden weder Pendel- noch Gradmessungen mehr geeignet seyn, die Länge des Meters auffinden zu lassen. Als einst dieser Gegenstand in einer wissenschaftlichen Versammlung in Paris besprochen wurde, schlug Sir Humphry Davy ein Normalmaafs vor, welches, nach ihm, auch nach den stärksten Veränderungen in der Gestalt der Erde wieder aufgefunden werden könnte. Seine Linien-Einheit würde der *Durchmesser* eines gläsernen Haarröhrchen seyn, in welchem die Steighöhe des *Wassers* genau diesem Durchmesser gleich wäre. Die vielen Schwierigkeiten dieses Versuches bedenkend, führte ich meinerseits die Messung der Länge der Lichtwellen *im Vacuo* als ein Verfahren an, welches noch sicherer zu demselben Zwecke führe. Obgleich diese beiden Projecte schon sehr alt, und durch die Beobachtungsmittel vorbereitet sind, so hat man ihnen doch bis jetzt keine Beachtung geschenkt, und, in Wahrheit zu sa-

Ich schliefse mit einer, mir wichtig scheinenden, Bemerkung über die Vertheilung der Farben in den durch Gitter hervorgebrachten Spectris. Nicht blofs sind die Farben in allen gleichförmig vertheilt, so dafs die nämlichen Farben respective in ihnen die nämlichen Plätze einnehmen, sondern es finden sich auch in jedem Spectrum die Farben, wenn man von der Richtung des directen Lichtes ausgeht, in Abständen, die ihren Undulationslängen proportional sind. Die Gitter liefern uns also ein normales Spectrum, mitten in der bizarren Farbenvertheilung bei den verschiedenen, durch Refraction erzeugten, Spectris.

Um die Verschiedenheit besser beurtheilen zu können, habe ich in Fig. 13. Taf. IV. in vier gleich grofsen Spectris die Vertheilung der Farben angegeben, welche den Fraunhofer'schen Strahlen *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, nach den Messungen dieses vortrefflichen Beobachters, in den Spectris der Gitter, des Wassers, des gemeinen und des Flintglases entsprechen. Da die drei letzten Substanzen hier nach ihrer Refraction geordnet und ihre Spectra mit denen der Gitter in Vergleich gestellt sind, so sieht man leicht (was man indefs nicht zu eilig verallgemeinern darf), dafs die Farben, deren Wellenlänge am gröfsesten ist, durch die Refraction in einen desto kleineren Raum zusammengedrängt werden, je kräftiger die Refraction ist. Das Gegentheil findet bei den brechbarsten Strahlen statt; und nach der Mitte des Spectrums hin findet sich ein ziemlich grofser Raum, wo man weder die eine noch die andere dieser Wirkungen antrifft, und wo also die Dispersion proportional ist der Refraction.

gen, hat man diefs auch wenig zu bedauern, denn einzusehen ist, dafs sie keinen reellen Nutzen haben.

(Bemerkung des Hrn. Arago.)

XV. *Ueber die von Hrn.* **Pritchard** *verfertigten Sapphir- und Diamantlinsen,*

(Freier Auszug aus einem, wahrscheinlich vom Dr. Brewster geschriebenen, Aufsatz im *Edinb. Journ. of Science T. X. p.* 327.)

In den Jahren 1810 und 1811 bestimmte der Dr. Brewster das Refractions- und Dispersionsvermögen mehrerer Edelsteine, und als er dabei fand, dafs einige derselben eine sehr schwache Dispersion mit einer sehr starken Refraction in sich vereinigten, machte er bemerklich, welche Vorzüge solch eine Vereinigung von optischen Eigenschaften für die Verfertigung einfacher Mikroskope besitze. Vor ungefähr zehn Jahren verfertigte Hr. Peter Hill, ein erfinderischer Optiker in Edinburg, zwei Linsen für ihn, eine von *Rubin* und eine von *Granat*, welche sowohl als einfache Mikroskope, wie auch als Objective an einem zusammengesetzten Mikroskope gebraucht wurden. Eben so schliff Hr. Sivright von Meggetland für ihn eine planconvexe Linse aus einem farblosen neuholländischen Topase. So weit waren die Versuche in diesem Felde gediehen, als Hr. Pritchard im J. 1824 auf Anrathen des Dr. Goring es unternahm aus Diamanten Linsen zu schleifen. Er stellte die erste Diamantlinse noch am Ende desselben Jahres dar, und späterhin, im Jahr 1826, als er der Schwierigkeiten im Schleifen mehr Herr geworden war, eine noch vollkommnere.

Die grofsen Vorzüge des Diamants bei seiner Anwendung zu Mikroskopen entspringen einerseits aus seinem starken Refractionsvermögen, weil dieses gestattet, Linsen von jeder Vergröfserungskraft mit verhältnifsmäfsig sehr flachen Curven, also mit möglichster Vermeidung der aus ihrer sphärischen Gestalt entstehenden Undeutlichkeit

darzustellen, und andererseits aus seinen geringen Dispersionsvermögen, wodurch die Linsen beinahe achromatisch werden. Welche Vortheile hienach Linsen aus Diamant, Rubin oder Sapphir darbieten, ergiebt sich am leichtesten aus folgenden, von Dr. Brewster angestellten, Messungen:

	Refractionsindex.	Dispersion.
Diamant	2,470	0,38
Sapphir	1,780	0,26
Rubin	1,779	0,26
Tafelglas	1,525	0,32

Man sieht hieraus, dafs Rubin und Sapphir, wegen ihres schwächeren Refractionsvermögens, wodurch zu gleicher Vergröfserung stärker gekrümmte Curven nöthig werden, als beim Diamant, nicht so vortheilhaft wie dieser sind; dafs sie aber die schätzbare Eigenschaft eines geringeren Dispersionsvermögens besitzen.

Dagegen ist aber der Diamant dem Sapphir und Rubin darin vorzuziehen, dafs er im Allgemeinen das Licht nur einfach bricht, während diese eine beträchtliche doppelte Refraction besitzen.

Wir vermuthen daher auch, Hr. Pritchard habe nothwendigerweise beim Sapphir die der Axe des scharfen Rhomboëders parallel liegende Axe der doppelten Strahlenbrechung zur Axe der Linse nehmen müssen. Es können zwar auch dann nicht alle durch die Linse gehenden Strahlen der Axe derselben parallel laufen, und sie müssen daher in geringem Grade noch in zwei Lichtbündel zerfallen; doch ist uns nicht bekannt, wie grofs der Einflufs sey, den dieser Umstand auf den Gebrauch solcher Linsen als Mikroskop ausübt.

Obgleich aber der Diamant, wenn er regelmäfsig krystallisirt ist, keine doppelte Strahlenbrechung besitzt, so hat doch der Dr. Brewster unter zehn von ihm untersuchten Exemplaren neun angetroffen, die das Licht

doppelt brachen *). Auch hat Hr. Pritchard einige von ihm dargestellte Linsen ganz unbrauchbar gefunden, weil sie gewissermaſsen dreifache Bilder gaben. Für die Verfertigung von Diamantlinsen wird es also rathsam seyn, nur Diamantplatten zu nehmen, weil man bei diesen leicht durch polarisirtes Licht prüfen kann, ob sie doppelte Strahlenbrechung besitzen, in welchem Falle man sie dann verwerfen muſs. Sind die Flächen des Diamants nicht eben genug, um diese Probe mit Leichtigkeit vollziehen zu können, so muſs man ihn bei der Untersuchung in Kassiaöl oder Schwefelkohlenstoff, als die ihm im Refractionsvermögen am nächsten kommenden Flüssigkeiten, eintauchen.

Hr. Pritchard sagt, »er habe auch aus andern Edelsteinen Linsen geschliffen, doch ohne sonderlichen Vortheil, da die meisten derselben vermöge ihrer doppelten Refraction zwei Bilder gaben.« Zircon, Hessonit, Euclas und mehrere andere werden dieſs ohne Zweifel in hohem Grade thun, aber Granat, Pyrop, Spinell und Rubin liefern keine doppelten Bilder. Wir haben einige Exemplare von Granat untersucht, und sie so vollkommen rein gefunden, daſs wir Hrn. Pritchard angelegentlichst empfehlen, seine Aufmerksamkeit auf diesen Edelstein zu richten. Sein Refractionsindex ist gröſser, als der des Sapphirs, nämlich 1,815, und sein Dispersionsvermögen geringer, als das des Diamants, nämlich 0,33, und da er überdieſs keine doppelte Strahlenbre-

*) *Edinb. Transact. Vol. VII. p.* 157. und *Edinb. Philosoph. Journ. Vol. III. p.* 98. (Dr. Brewster schreibt daselbst die doppelte Strahlenbrechung, welche einige Diamanten zeigen, der Gegenwart kleiner Luftbläschen zu, welche, vermöge ihrer Expansivkraft, die, nach Brewster's Vermuthung, ursprünglich weiche Diamantsmasse in den zum Auftreten solcher Erscheinungen erforderlichen Zustand von Spannung versetzten. Bekanntlich gerathen Glas oder Gallerte durch Druck in einen ähnlichen Zustand. Es war übrigens schon im Bd. 83. S. 484. von dieser Beobachtung die Rede. *P.*)

chung besitzt, so vereinigt er in theoretischer Hinsicht alle Erfordernisse zu einem vollkommnen Mikroskope in noch höherem Grade in sich, als der Diamant und Sapphir. Die Farben der Gegenstände kommen bei mikroskopischen Beobachtungen am allerwenigsten in Betracht, und überdieſs sind sie sehr trügerisch. Es kann also die Farbe des Granats nicht als ein Uebelstand betrachtet werden; vielmehr ist sie noch von Nutzen, da sie die violetten oder brechbarsten Strahlen absorbirt, und dadurch den Achromatismus des Mikroskops noch erhöht. Selbst wenn die Bestimmung der Farbe des Gegenstandes wesentlich wäre, würde man sie eben so gut durch eine farbige wie durch eine farblose Linse zu bewerkstelligen im Stande seyn. Denn, wenn z. B. die Granatlinse einen Gegenstand mit einer falschen Farbe darstellt, kann man doch leicht die wahre ausmitteln, wenn man untersucht, welche Farbe sich, durch die Linse gesehen, eben so als die am Gegenstand beobachtete ausnimmt.

Da es gegenwärtig leicht ist, mikroskopische Gegenstände mit einem homogenen Licht zu beleuchten, so kann man vom Dispersionsvermögen der Körper ganz absehen, und jede Substanz, die das Licht stark und einfach bricht, zu Linsen anwenden. Solche Substanzen sind:

	Refractionsindex.
Realgar	2,549
Blende	2,260
Antimonglas	2,216 für rothes Licht.

Antimonglas und Blende werden ohne Zweifel eine gute Politur annehmen, aber Realgar ist dazu vielleicht zu weich. Realgar läſst sich aber schmelzen, und wir zweifeln nicht, daſs sich kleine Linsen auf diese Weise in einer Form mit polirten concaven Flächen bilden lassen würden. Wir haben wenigstens auf diese Weise ein Prisma verfertigt, an dem wir eine gute Messung des Refractions- und Dispersionsvermögens dieser Substanz

ausführen konnten, und es scheint daher das Giefsen kleiner Linsen aus Realgar keine practischen Schwierigkeiten zu haben. Der Realgar behält seinen Glanz sehr lange; wie dieses Prisma beweist, welches wir schon seit sechszehn Jahren besitzen.

Da durch die Beleuchtung mit homogenem Lichte achromatische Combinationen nur noch geringen Werth für mikroskopische Beobachtungen erhalten, so beschränkt sich die Vervollkommnung der einfachen Mikroskope auf die möglichste Entfernung der sphärischen Aberration. Die Radien der Linse müssen daher in dem Verhältnisse 6:1 stehen, und wenn sie etwas grofs sind, mufs die Linse mit irgend einer der bekannten Blendungen versehen werden.

Obgleich wir nicht im Stande sind aus eigner Erfahrung etwas über die Vortrefflichkeit der Pritchard'schen Linsen zu sagen, so haben wir doch die genügendsten Beweise, dafs sie nicht nur alle bisher gemachten einfachen Mikroskope, sondern auch die theuersten Amici'schen und achromatischen Instrumente bei weitem übertreffen. Hr. Pond, unser geschickte Astronom an der Sternwarte zu Greenwich, hat eins der vom Dr. Goring verbesserten Amici'schen Mikroskope, worin die Metallspiegel $\frac{6}{10}$ Zoll Brennweite und $\frac{3}{10}$ Z. Oeffnung besitzen, mit einer Pritchard'schen plan-convexen Sapphirlinse von $\frac{1}{25}$ Zoll Brennweite verglichen, und gefunden, dafs diese all die zartesten Gegenstände zeigt, welche man mit dem Reflectionsmikroskope wahrnimmt. Späterhin hat auch Hr. Pond mit zwei aplanatischen Mikroskopen, von denen eins Hr. Tulley und das andere Hr. Dollond verfertigt hatte, einen Vergleich angestellt, und auch diesen, von den ersten Künstlern Europa's ausgeführten Instrumenten, hielt die einfache Sapphirlinse das Gleichgewicht. Dasselbe Urtheil fällte unser verewigte Landsmann Wollaston, als er diese Sapphirlinse mit jenen drei Instrumenten der Königl. Sternwarte verglich.

Da nun die Sapphirlinse schon den erwähnten Instrumenten an Wirkung gleich kam, ungeachtet sie nicht wie diese achromatisch war, so folgt, daſs sie dieselben noch übertreffen würde, wenn man sie hinsichtlich der Refrangibilität auf gleichen Fuſs mit ihnen setzte, d. h. wenn man die Gegenstände mit homogenem Lichte beleuchtete.

Wir würden daher Hrn. Pritchard angelegentlich rathen, eine einfache Vorrichtung zur Darstellung von homogenem Lichte zu ersinnen, und einen solchen Apparat seinen Linsen beizugeben. Für undurchsichtige Gegenstände bringen gefärbte Seide oder Papier schon eine gute Wirkung hervor, und das allerhomogenste Licht läſst sich von Vegetabilien erhalten. In einem andern Aufsatze werden wir eine Reihe von Versuchen bekannt machen, welche in dieser Hinsicht mit Blumen und Blättern in verschiedenen Zuständen ihrer Ausbildung angestellt wurden; vorläufig wollen wir nur davon erwähnen, daſs die Blumenblätter der Feuernelke in einer gewissen Stufe ihrer Entwicklung ein reines homogenes Roth reflectiren, auf welchem undurchsichtige Gegenstände sehr schön zu betrachten sind.

Mit den Diamant- und Sapphirlinsen sind übrigens noch zwei Vorzüge verbunden, welche wir nicht unerwähnt lassen können. Vermöge ihrer Härte erhalten sie niemals Schrammen beim Gebrauche wie die Glaslinsen, und dann setzt auch dieselbe Eigenschaft den Künstler in den Stand, diese Linsen zwischen zwei flachen Messingplatten zu poliren, wodurch sie nicht verloren gehen können, und sie sich ohne Gefahr reinigen lassen.

Die Preise, zu welchen Hr. Pritchard seine Linsen verkauft, sind folgende:

Sapphirlinsen von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{30}$ Z. Brennweite	2 Lstrl.	2 Schll.
- - $\frac{1}{30}$ - $\frac{1}{60}$ - -	3 -	3 -
- - $\frac{1}{60}$ - $\frac{1}{80}$ - -	4 -	4 -
- - $\frac{1}{80}$ - $\frac{1}{100}$ - -	5 -	5 -

Diamantlinsen kosten das Stück 10 bis 20 Guineen.

XVI. *Einige Beobachtungen über die flüssige schweflige Säure; von Hrn. A. De La Rive.*

(Auszug aus der *Bibliothèq. univers. T.* 40. *p.* 196.)

Will man schweflige Säure in den flüssigen Zustand versetzen, was sich, wie Hr. Bussy zuerst gezeigt hat *), ohne Zusammendrückung bloſs durch Erkältung bewerkstelligen läſst, so muſs man sie vor der Verdichtung möglichst austrocknen. Zu dem Ende leitet man das Gas, welches man durch Erhitzung von Quecksilber mit Schwefelsäure entwickelt, zunächst in eine mit einer Kältemischung umgebene Flasche, dann, durch eine mit trocknem Chlorcalcium gefüllte Röhre, in eine zweite Flasche, welche ebenfalls von einer Kältemischung umhüllt ist, und endlich den nicht verdichteten Rest auf gleiche Weise über Chlorcalcium in eine dritte Flasche, wo dann die Verdichtung vollständig ist, oder, wann nicht, sich durch den Druck, den man mittelst einer in Quecksilber hinabgehenden Röhre erzeugt, vervollständigen läſst. Die Pfropfen und Röhren müssen überall wohl schlieſsen, damit kein Gas entweiche.

Oeffnet man die Flaschen, nachdem die Gasentwicklung acht bis zehn Stunden gedauert hat, so findet man in der ersten weiſse Krystalle, die eine Verbindung von schwefliger Säure mit Wasser sind, und in den beiden andern wasserfreie flüssige schweflige Säure. Letztere muſs man in einer wohl verschlossenen und in eine Kältemischung gestellten Flasche aufheben, weil sie sonst leicht mit der Zeit verfliegt.

Krystalle von schwefliger Säure und Wasser. Die in der ersten Flasche abgesetzten Krystalle, die bisher noch in keinem chemischen Werke beschrieben wurden,

*) Dies. Ann. Bd. 77. S. 237. *P.*

sind schön weifs, haben einen sauren nicht unangenehm kühlenden Geschmack, und erscheinen als dünne Blätter, die ganz die Struktur der Krystalle von Chlor und Wasser besitzen, mit denen sie überhaupt viel Aehnlichkeit haben. Bis zu einer Temperatur von +4 oder 5° C. bleiben sie starr; bei diesem Punkte aber lassen sie einen Theil ihres schwefligsauren Gases fahren, und diefs ist in einer höhern Temperatur noch mehr der Fall, wo sie dann bald in dem Wasser zerfliefsen.

Nach einer beiläufigen Analyse, bei welcher eine gewogene Quantität möglichst getrockneter Krystalle erwärmt, das entwickelte Gas gemessen und das zurückgebliebene Wasser gewogen wurde, bestehen die Krystalle aus einem Gewichtstheile des ersten und vier Theilen des letzteren. Sie würden also eine ähnliche Zusammensetzung haben, wie die Krystalle des Chlorhydrats, und in Hundert ungefähr aus 80 Wasser und 20 schwefliger Säure bestehen *).

Wie der Verfasser vermuthet, sind auch andere, in Wasser lösliche Gase, wie z. B. das *Ammoniakgas* und *Schwefelwasserstoffgas*, im Stande, solche krystallisirte Verbindungen mit Wasser einzugehen; doch hat er sich nicht durch Versuche davon vergewissert.

Wasserfreie flüssige schweflige Säure. Die Eigenschaften dieser Flüssigkeit sind gröfstentheils schon durch Hrn. Faraday und Hrn. Bussy untersucht. Man weifs,

*) Hr. De La Rive giebt diese Resultate nur als Annäherungen, weil er den Versuch nur einmal anstellen konnte. Er macht indefs bemerklich, dafs die Zusammensetzung der Formel:

$$\dot{\ddot{S}} = 401{,}165$$
$$10\dot{H} = 1124{,}800$$

entsprechen würde, ähnlich wie die Chlorhydratkrystalle, nach Hrn. Faraday's Analyse, gemäfs der Formel:

$$Cl = 442{,}650$$
$$10\dot{H} = 1124{,}800$$

zusammengesetzt sind. [Ob das von Löwig entdeckte *Bromhydrat* eine ähnliche Zusammensetzung habe, bleibt noch zu untersuchen (d. Ann. Bd. 90. S. 114. 487. *P.*]

dafs sie farblos und durchsichtig ist, ein specifisches Gewicht von 1,45 besitzt, und unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre bei —10° C. in's Sieden geräth. Sie verdampft ungemein rasch und erzeugt dabei eine grofse Kälte. Einige Tropfen von ihr auf Wasser geschüttet, bringen sogleich eine Rinde von Eis auf demselben hervor; und wenn man zu einer geringen Menge Wasser in einem Uhrglase ein wenig schweflige Säure hinzusetzt, gefriert sogleich das Ganze, und es bildet sich eine schneeartige Masse, die ähnliche Krystalle wie die vorhin erwähnten einzuschliefsen scheint. Es bleibt also ein Theil der Säure in Verbindung mit dem Wasser, während ein anderer Theil verfliegt, und die zur Erstarrung des Gemenges nöthige Kälte hervorbringt.

Nicht blofs Wasser, sondern auch Quecksilber kann durch die schweflige Säure zum Gefrieren gebracht werden, wenn man die Verdampfung derselben unter einer evacuirten Glocke vor sich gehen läfst.

Der Verfasser hat dieses Mittel zu einigen Versuchen über die Elektricitätsleitung in starrem Quecksilber benutzt. Er brachte zwei Quecksilberkügelchen von ganz gleicher Gröfse, zwischen Platinspitzen, in einem Galvanometer mit doppeltem Draht, und überzeugte sich zuvor, dafs sie genau dasselbe Leitungsvermögen besafsen. Während nun in beiden Bögen, in welche sich der elektrische Strom zu gleichen Theilen zertheilen mufste, Alles gleich war, wurde eins der Kügelchen mittelst schwefliger Säure zum Erstarren gebracht. Sogleich leitete dieses viel besser als das andere, flüssig gebliebene. Es scheint also, dafs das Quecksilber durch seine Erstarrung sehr merklich an Leitungsfähigkeit für Elektricität gewinnt. Ob aber diese Erscheinung mit der schnellen Zusammenziehung des Metalls bei der Gestarrung in Verbindung stehe, läfst sich für jetzt nicht entschieden beantworten; der Verfasser denkt indefs sich in Zukunft mit dieser Frage näher zu befassen.

Die durch Verdampfung der schwefligen Säure hervorzubringende Kälte ist beträchtlicher, als zur Gefrierung des Quecksilbers erfordert wird. Das Quecksilber erstarrt nämlich bei —40° C., und Hr. B. hat eine Kälte von —60° C. hervorgebracht; doch ist es demselben nicht gelungen, Aether und absoluten Alkohol zum Gefrieren zu bringen.

Eine merkwürdige Thatsache, welche auch die Cyanwasserstoffsäure zeigt, ist die: dafs, bei der Verdampfung einer etwas beträchtlichen Menge von schwefliger Säure, ein Theil derselben durch die Kälte gefriert, welche der andere bei seinem Verdunsten hervorbringt. So sieht man in einem Uhrglase, worin man schweflige Säure geschüttet, sehr deutlich kleine Krystalle nach der Verdampfung zurückbleiben; diese Krystalle bestehen aber nicht blos aus erstarrter Säure, sondern aus einem Gemische von Säure und Wasser, das sich durch die Verdampfungskälte aus der Luft niedergeschlagen hat.

Elektricitätsleitung der schwefligen Säure. Bekanntlich sind, unter den nichtmetallischen Flüssigkeiten, die Säuren im Allgemeinen die besten Elektricitätsleiter; aber ich habe schon Gelegenheit gehabt zu bemerken, sagt Hr. De La Rive *), dafs der mehr oder weniger beträchtliche Wassergehalt derselben einen bedeutenden Einflufs auf das Leitungsvermögen ausübt. Die Schwefelsäure z. B. wird, von einem gewissen Punkte ab, ein desto schlechterer Leiter, je concentrirter sie ist. Das Brom, eine Flüssigkeit, die viele Analogie mit den Säuren hat (? *P.*), ist im natürlichen Zustande kein Leiter, wird es aber durch Vermischung mit Wasser. Eben so verhält sich das Jod.

Es war daher von Interesse zu untersuchen, ob die flüssige schweflige Säure ein Elektricitätsleiter sey. Der Versuch wurde mittelst eines empfindlichen Galvanometers und einer stark geladenen Säule von 40 Plattenpaa-

*) Dies. Ann. Bd. 86. S. 307.

ren angestellt. Die schweflige Säure befand sich in einer gut verschlossenen Flasche, und zwei Platinspitzen waren, sehr nahe aneinander, in dieselbe eingetaucht. Ungeachtet dieser günstigen Verhältnisse war dennoch weder die geringste Spur einer Zersetzung der Flüssigkeit, noch die mindeste Ablenkung der Magnetnadel des Galvanometers zu bemerken. Als aber ein wenig Wasser zu der schwefligen Säure hinzugesetzt wurde, trat sogleich eine rasche Zersetzung ein; der Schwefel der Säure und der Wasserstoff des Wassers schieden sich am negativen Pol aus, und der Sauerstoff am positiven Pol. Mithin macht das Wasser, welches für sich im Zustande der Reinheit kaum die Voltaische Elektricität leitet, einen ebenfalls nicht leitenden Körper, durch seine Vermischung mit ihm, zu einem sehr guten Leiter dieser Elektricität.

Lichtbrechungsvermögen der schwefligen Säure und einiger andern flüssig gemachten Gase.

Wie Newton zuerst gezeigt hat, ist eine der nothwendigen Folgerungen aus der Emissionstheorie des Lichtes die: dafs, bei Körpern gleicher Art in verschiedenen Zuständen der Dichtigkeit, das Lichtbrechungsvermögen dieser Dichtigkeit proportional seyn mufs. Das Verhältnifs zwischen der (absoluten) Brechkraft und der Dichte, welches man für die nämliche Substanz als constant betrachtet, heifst man in der Newton'schen Theorie specifische Brechkraft. Schon Arago und Petit haben gezeigt, dafs einige Körper eine Ausnahme von dem erwähnten Gesetze machen, dafs so z. B. der Aether und Schwefelkohlenstoff in Dampfgestalt eine Brechkraft besitzen, die verglichen mit der, welche dieselben Körper im flüssigen Zustand ausüben, viel schwächer ist, als sie nach dem Verhältnifs der Dichte dieser Körper in beiden Zuständen seyn müfste *). Diese Resultate, welche

*) *Ann. de chim. et de phys. T. I. p.* 1. (dies. Ann. Bd. 81. S. 250.)

mit der Emissionstheorie im Widerspruche stehen, verdienen Beachtung, und es wird daher nicht nutzlos für die Wissenschaft seyn, zu sehen, ob es nicht noch mehrere Beispiele solcher Anomalien gebe.

Da es jetzt möglich ist, einige der gewöhnlich in Gasform auftretenden Körper tropfbar-flüssig zu machen, so hat man dadurch ein Mittel, die Brechkraft eines und desselben Körpers, in seinem flüssigen und gasigen Zustand, zu untersuchen. Bis jetzt habe ich die Brechkraft der flüssigen schwefligen Säure noch nicht genau untersucht, sondern mich bloſs überzeugt, daſs sie etwas gröſser ist als die des Wassers, vielleicht ihr gleich kommt, ihr aber gewiſs nicht nachsteht. Wenn man dagegen die Brechkraft der flüssigen Säure nach der der gasigen, wie sie Dulong bestimmt hat *), und nach dem Verhältnisse der Dichte dieser Säure im flüssigen und gasförmigen Zustande berechnet, so findet man sie 0,661, während die Brechkraft des Wassers 0,784 ist.

Dieſs von dem beobachteten ganz abweichende Resultat beweist, sagt Hr. R., daſs der unserer Rechnung zum Grunde gelegte Satz nicht richtig ist. Durch einen ähnlichen Gang habe ich, mit Hülfe der von Dulong bestimmten Brechkräfte der Gase, gefunden, daſs die Brechkraft des *flüssigen Ammoniaks* 0,752, und die des *flüssigen Schwefelwasserstoffs* 0,767 seyn müſste **). Beide Zahlen sind geringer als 0,784, während doch Hr. Faraday in seiner Abhandlung sagt, daſs beide Flüssigkeiten, und besonders

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXI. p.* 154. (dies. Annalen, Bd. 82. S. 393.)

**) Die der Rechnung zum Grunde gelegten Zahlen sind: für *schweflige Säure*, Brechkraft der gasigen 0,001331, Dichte der gasigen 2,247, Dichte der flüssigen 1,45; für das *Ammoniak*, Brechkraft des gasigen 0,000771, Dichte des gasigen 0,591, Dichte des flüssigen 0,76; für den *Schwefelwasserstoff*, Brechkraft des gasigen 0,001288, Dichte des gasigen 1,178, Dichte des flüssigen 0,9. Die Dichten der Gase beziehen sich auf die atmosphärische Luft, die der Flüssigkeiten auf das Wasser.

sonders die erste, ein stärkeres Brechungsvermögen als das Wasser besitzen *).

Wir sehen also in diesen drei Beispielen bestätigt, was die HH. Arago und Petit gefunden haben, daſs die Brechkraft eines Körpers, bei dessen Uebergang aus dem flüssigen in den gasigen Zustand in einem gröſseren Verhältnisse wie die Dichte abnimmt; ein Resultat welches mit der Emissionstheorie im Widerspruche steht, denn nach dieser dürfen die beiden Verhältnisse sich nicht verändern, sondern müssen für jeden Zustand, den der Körper ohne Aenderung seiner chemischen Natur annimmt, constant bleiben.

XVII. *Bildung von Harnstoff aus Harnsäure.*

Professor Wöhler hat gefunden, daſs bei der Destillation von Harnsäure eine bedeutende Menge Harnstoff gebildet wird, den man aus dem Sublimat von sogenannter brenzlicher Harnsäure mit kaltem Wasser ausziehen kann. Es entsteht nämlich bei der Zerstörung der Harnsäure auch cyanichte Säure, die mit dem zugleich erzeugten Ammoniak Harnstoff bildet.

P.

XVIII. *Ueber eine unauslöschliche Dinte; von Hrn. H. Braconnot.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. LX. p,* 219.)

Die leichte Zerstörbarkeit alles dessen, was mit gewöhnlicher Dinte geschrieben ist, hat schon längst den Wunsch

*) *Annal. de chim. et de phys. T. XXIV. p.* 403.

nach einer Dinte erregt, die der Zeit und den stärksten chemischen Agentien zu widerstehen vermöchte; allein unglücklicherweise sind alle bisherigen Bemühungen zur Lösung eines für die ganze menschliche Gesellschaft so wichtigen Problems, wie es scheint, ungenügend ausgefallen. Bei Versuchen, die ich gemeinschaftlich mit Hrn. Parisot von Nancy anstellte, um gesättigte dauerhafte und wohlfeile braune Farben hervorzubringen, rösteten wir mehrere organische Stoffe mit Pottasche, genau so, wie ich früher Holzspäne behandelte, um künstliche Ulmine zu erzeugen *). Wir sahen dabei, dafs die Resultate nach der Natur der angewandten Substanzen verschieden ausfielen. So konnten wir mit stickstoffarmen Substanzen den Zeugen nur eine wenig gesättigte Farbe geben, welche noch dazu durch kalische Laugen gröfstentheils verschwand; während wir mit thierischen Stoffen, wie Haare, Leder, Horn u. s. w. weit dunklere Farben erhielten, die den Alkalien widerstanden. In der Vermuthung, dafs diese Verschiedenheit vielleicht von dem in den thierischen Stoffen enthaltenen Stickstoff oder Schwefel herrühre (wir erinnern, dafs schon Fourcroy die Schwefelalkalien als Lösungsmittel der Kohle bezeichnete), fiel es uns ein, dem zur Röstung bestimmten Gemische von thierischer Substanz und Pottasche Schwefelblumen hinzuzusetzen, und nun waren wir im Stande den Zeugen eine dunkle kastanienbraune Farbe zu ertheilen, die an Dauerhaftigkeit alle bekannten übertraf. Ich ahnete sogleich, dafs dieser Färbestoff eine unauslöschliche Dinte abgeben könnte, und man wird bald aus den mit ihm vorgenommenen Prüfungen ersehen, dafs meine Ahnung sich vollkommen bestätigt hat. Das Verfahren und die mir zweckmäfsig scheinenden Verhältnisse zur Darstellung dieser unauslöschlichen Dinte sind folgende.

Zu 20 Grammen Danziger Pottasche, die in sieden-

*) Dies. Ann. Bd. 63. S. 365.

dem Wasser gelöst ist, setze ich 10 Grammen gehörig zerkleinerte thierische Substanz *) und 5 Grm. Schwefelblumen. Das Ganze koche ich in einem gufseisernen Gefäfse bis zur Trockne ein, und erhitze es darauf stärker, unter beständigem Umrühren und sorgfältiger Verhütung einer Entzündung, bis die Masse sich erweicht. Hierauf setze ich nach und nach eine angemessene Menge Wasser hinzu und filtrire die Flüssigkeit durch ein lockeres Tuch. Die erhaltene Flüssigkeit ist sehr dunkel, und läfst sich in einer Flasche beliebig lange aufbewahren; man mufs indefs die Flasche immer möglichst verschlossen halten, was übrigens kein Uebelstand ist, denn eine einzige Feder voll dieser Flüssigkeit reicht hin, eine oder zwei Quartseiten zu schreiben. Die Flüssigkeit besitzt überdiefs alle nur zu wünschenden Eigenschaften einer unzerstörbaren Dinte; sie fliefst viel leichter wie gewöhnliche Dinte, und verstopft durchaus nicht die Feder; auch widersteht sie den kräftigsten chemischen Agentien, wie man sogleich ersehen wird.

Ein mit dieser Flüssigkeit beschriebener Papierstreifen wurde mit einer concentrirten siedenden Auflösung von Aetzkali behandelt. Er wurde gröfstentheils zerstört, allein auf den noch erhaltenen Papierfetzen waren die Buchstaben ganz unversehrt zu erkennen. Ein mit derselben Flüssigkeit beschriebenes Papier wurde auf einen Augenblick in mäfsig concentrirte Schwefelsäure getaucht. Es löste sich zum Theil in derselben auf und ging in den Zustand eines Gummi's über; allein auf den nicht aufgelösten und nur sehr dünn gewordenen Theile konnte man nach wie vor die Schrift lesen.

Eben so erlitten die mit dieser Flüssigkeit geschriebenen Buchstaben keine Veränderung, als das Papier 24 Stunden in concentrirte Salpetersäure gelegt, ja nicht

*) Ich bediene mich der Schabsel, welche die Gerber mit einer Art von Messer von den Häuten abnehmen, und welche man gewöhnlich als Dünger oder als Brennmaterial verbraucht.

einmal, als es mit dieser, jedoch in einem bis zu seiner gänzlichen Zerstörung unzulänglichen Grade, erhitzt wurde.

Ein anderes, mit dieser Flüssigkeit beschriebenes, Stück Papier wurde erstlich eine Zeit lang in eine starke mit Chlorwasserstoffsäure vermischte Lösung von Chlorkalk und dann 24 Stunden lang in eine Aetzkalilauge gelegt, darauf das Ganze bis zur Trockne eingedampft und wieder mit Wasser aufgeweicht. Nach dieser doppelten Einwirkung von Chlor und Kali blieb nur ein kleiner Fetzen Papier zurück, auf welchem dennoch die Buchstaben deutlich zu sehen waren.

Täusche ich mich nicht, so darf man hieraus schliefsen, dafs diese Flüssigkeit mit vollem Rechte den Namen einer unauslöschlichen Dinte verdient, weil sie den kräftigsten Reagenzien widersteht.

Dieselbe Flüssigkeit wird auch, wie ich nicht zweifle, mit grofsem Vortheil in der Färberei angewandt werden können, um mehr oder weniger dunkle kastanienbraune Farben auf Baumwolle, Hanf, Leinen und Seide hervorzubringen, und andere Farben nachzubräunen. In letzterer Beziehung verdient sie den Vorzug sowohl vor den Nachbräunungen mittelst Eisen, welche an der Luft zuweilen gelb werden, als auch vor denen mittelst Rufs, welche noch in einigen grofsen Manufacturen gebräuchlich sind, obgleich sie nur eine unhaltbare Farbe liefern.

Ich bemerke auch, dafs die obige Flüssigkeit eine noch dunklere Farbe als für sich ertheilt, wenn man den Zeugen vorher mittelst Eisensalze eine Rostfarbe giebt.

Uebrigens brauche ich wohl nicht zu sagen, dafs diese unauslöschliche Dinte, ohne weitere Beimischung, mit grofsem Erfolge zum Zeichnen der Wäsche gebraucht werden kann.

XIX. *Beobachtungen über die Fontaine ronde, eine periodische Quelle im Jura;* von Hrn. Dutrochet.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXIX. p.* 434.)

Die *Fontaine ronde* liegt anderthalb Lieues von Pontarlier, an der Strafse von dort nach Lausanne. Diese sehr starke Quelle hat eigentlich kein Bassin, denn das Wasser dringt unmittelbar aus einem abschüssigen, mit groben Kies bedeckten Boden hervor, der 15 Schritt in Länge und 6 bis 8 Schritt in Breite mifst. Aus dem tiefstliegenden Theile dieses Bodens quillt das Wasser ohne die geringste Unterbrechung hervor, aus dem höchsten Theile desselben aber nur von sechs zu sechs Minuten. Diese Quelle ist also keine *intermittirende*, sondern nur eine *periodische*, weil sie periodisch stärker und schwächer fliefst. Quellen dieser Art sind im Ganzen nicht selten, und die Erscheinungen, welche sie darbieten, haben zu allen Zeiten eben so sehr die Aufmerksamkeit der Wifsbegierigen auf sich gelenkt, als das Nachdenken der Physiker in Anspruch genommen.

Schon Heron von *Alexandrien* gab eine annehmliche Erklärung von der Intermittenz der Quellen, indem er annahm, es gäbe im Innern der Erde Wasserbehälter, die mit natürlichen Hebern versehen wären. Diese Erklärung pafst in den meisten Fällen recht wohl, und hat im Allgemeinen den Beifall der Physiker erhalten. Sind die Intermittenzen von ungleicher Dauer, oder die Anschwellungen von veränderlicher Höhe, und wiederholen sich diese Ungleichheiten periodisch und regelmäfsig, so erklärt man diefs durch die Annahme, dafs mehrere ungleiche Behälter vorhanden seyen, und jeder seinen besondern Heber habe. Alles diefs ist möglich, und

die Kunst kann wirklich durch solche Vorrichtungen ähnliche Erscheinungen wie die in der Natur hervorbringen. Wie annehmlich aber auch diese Erklärung seyn mag, muſs man doch nicht vergessen, daſs sie nur eine Hypothese ist, und daſs die Natur noch andere Mittel als die vorausgesetzten haben könne, um die Intermittenz der Quellen hervorzubringen. Den Beweis davon hat mir das aufmerksame Studium der Fontaine ronde geliefert.

Diese Quelle steigt, wie schon gesagt, abwechselnd etwa drei Minuten lang und sinkt dann, etwa eben so lang, so daſs ihre Periode ungefähr eine Dauer von sechs Minuten erhält. Bei einem mehrmaligen Besuche dieses Ortes bemerkte ich aber, daſs das Wasser nicht immer gleich viel abnahm. Gewöhnlich wurde der höchste Theil des Kiesbodens dabei ganz entblöſst, zuweilen aber fiel das Wasser nicht so tief, so daſs der Kies bedeckt blieb. Diese Anomalien zeigten in ihrer Wiederkehr keine Regelmäſsigkeit, und es schien mir daher schwierig, sie mit der periodischen Regelmäſsigkeit zu vereinbaren, welche das Spiel eines oder mehrerer Heber herbeiführen muſs. Soll die Intermittenz einer Quelle die Wirkung eines Hebers seyn, so muſs nothwendigerweise der Behälter in kürzerer Zeit vom Heber geleert werden, als er von den Zuflüssen wieder gefüllt wird. Verstärken sich die Zuflüsse, so füllt sich der Behälter schneller, und dann bekommt die Intermittenz eine kürzere, das Ausflieſsen durch den Heber dagegen eine längere Dauer. Wenn endlich die Zuflüsse eben so viel Wasser in den Behälter bringen, als der Heber aus demselben fortschaffen kann; so erleidet die Wirkung des Hebers keine Unterbrechung, und die Quelle wird gleichförmig, statt intermittirend zu seyn.

In der Hypothese, daſs ein Heber vorhanden sey, muſs also ein vermehrter Zufluſs von Wasser in den Behälter nothwendigerweise die Dauer der Ausflüsse vermehren, und die der Unterbrechungen verringern, ja diese

wohl gar ganz vernichten. Niemals kann aber nach dieser Hypothese das Anschwellen und das Abnehmen zugleich an Dauer verlieren; allein gerade diefs habe ich bei der Fontaine ronde beobachtet. Ihr Anschwellen dauert gewöhnlich drei Minuten, und eben so viel Zeit braucht sie zum Abnehmen. Eines Tages beobachtete ich aber, dafs das Anschwellen nur zwei Minuten währte, und dafs das Abnehmen ebenfalls nur diese Dauer hatte. Die Periode der Quelle, die, wie gesagt, gewöhnlich sechs Minuten dauert, war also an diesem Tage auf vier Minuten verkürzt. Diese Periode von vier Minuten erhielt sich unverändert eine ganze Stunde lang, während welcher ich die Quelle beobachtete. Diese Beobachtung hat mir auf das Ueberzeugendste bewiesen, dafs die periodischen Anschwellungen der Fontaine ronde nicht durch einen Heber bewirkt werden. Sie müssen also eine andere Ursache haben, und diefs ergiebt sich auch aus den fernern Beobachtungen.

Während des Anschwellens dieser Quelle nämlich dringt eine grofse Menge Gas aus dem Boden, und das Wasser scheint wegen der vielen Luftblasen, die sich aus ihm entwickeln, im Sieden begriffen. Man könnte glauben, dafs diese Gasblasen nur von atmosphärischer Luft herrührten, welche während des niedrigen Wasserstandes zwischen den entblöfsten Kies eingedrungen und im Moment des Anschwellens nicht ganz aus den Zwischenräumen vertrieben worden wäre, hernach aber, wenn der Kiesboden ganz bedeckt wird, in Blasen aus den Wasser entwiche. Auch könnte man sich hierin durch den Umstand bestärkt fühlen, dafs die Luftblasen sich ungemein vermehren, wenn man mit einem Stock in dem vom Wasser bedeckten Boden herumrührt. Als ich aber, um zu erfahren in weit diese Vermuthung gegründet sey, eine gewisse Menge dieses Gases sammelte und mit Kalkwasser vermischte, wurde dieses stark getrübt. Das Gas war also Kohlensäure. Mit keinen genaueren eudiome-

trischen Hülfsmitteln versehen, vermochte ich nicht zu bestimmen, ob das Gas bloſs reine Kohlensäure war; doch überzeugte ich mich, daſs es kein Wasserstoffgas beigemischt enthielt, da es sich nicht entzünden lieſs.

Es ist also gewiſs, daſs das Anschwellen der Quelle von einer Entwicklung von Kohlensäuregas begleitet wird. Dieses, wie mir scheint, im Innern der Erde entwickelte Gas gelangt nur periodisch zu den unterirdischen Kanälen der Quelle, weil es nur periodisch herausgetrieben wird, wogegen die Quelle anhaltend flieſst. In der That flieſst die Quelle, während ihr Spiegel sinkt, fortwährend und selbst sehr reichlich; allein, so wie sich das Anschwellen einstellt, treten überall Luftblasen aus dem Wasser hervor, und selbst aus dem Theil der Quelle, welcher der Sitz des beständigen Ausflusses ist. Diese Beobachtung beweist, daſs die Kohlensäure nicht beständig in den unterirdischen Kanälen mit dem Quellwasser vermischt ist, sondern nur periodisch dahin gelangt; höchst wahrscheinlich ist daher auch dieses periodische Eindringen des Gases in die unterirdischen Kanäle die Ursache des Anschwellens der Quelle.

Am Fuſse des Berges, etwa funfzehn Fuſs von der Quelle, befindet sich eine zum Theil durch Steine verstopfte Oeffnung, durch welche die Quelle im Winter, wo sie ungemein stark ist, sich ihres überschüssigen Wassers entleert, welche aber im ganzen übrigen Jahre trocken bleibt. Wenn man das Ohr an diese Oeffnung hält, hört man, so lange das Anschwellen der Quelle dauert, ein sehr beträchtliches Brudeln; während des Abnehmens der Quelle ist aber kein Geräusch zu vernehmen. Dieses unterirdische Brudeln rührt ganz offenbar von einer sehr beträchtlichen Gasentwicklung her. Dieſs beweist auf's Neue, daſs das Gas, durch welches das Anschwellen der Quelle bewirkt wird, nicht gänzlich mit dem Wasser derselben hervorströmt, sondern, daſs ein groſser Theil sich unter der Erdoberfläche entwickelt, und durch andere Kanäle,

sehr wahrscheinlich durch die erwähnte Oeffnung, entweicht.

Ich will mich über die Ursache dieser periodischen Gasentwicklung in keine Hypothese einlassen, und begnüge mich damit, die Gleichzeitigkeit derselben mit dem periodischen Anschwellen der Quelle nachgewiesen zu haben.

Es giebt im Jura noch eine andere periodische Quelle, und zwar beim Dorfe Siam, im Kanton Champagnole. Das Anschwellen dieser Quelle dauert 7 Minuten, das Abnehmen derselben 6 Minuten, ihre Periode also 13 Minuten. Eine Gasentwicklung habe ich bei dieser Quelle nicht bemerkt.

XX. *Ueber ungewöhnliche Regenbögen;* *von Hrn. Arago.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXIX. p.* 430.)

Am 5. Juli 1828 hatte Hr. Brewster Gelegenheit die beiden gewöhnlichen Regenbögen, aber vollständiger und in allen Theilen deutlicher als gewöhnlich, zu beobachten. Der äufsere Bogen bot einen besondern Umstand dar; an der Aufsenseite desselben befand sich nämlich ein sehr deutlicher *rother* Bogen, welcher wiederum von einem schwachen *grünen* eingefafst wurde. Diefs war ein ähnlicher secundärer Bogen, wie man häufig an der Innenseite des Hauptbogens wahrnimmt. Hr. Brewster hält es für nützlich zu untersuchen, ob die von Hrn. Th. Young aufgestellte Theorie der innern secundären Bögen sich auf die obigen äufseren Bögen anwenden lasse; allein diefs ist schon von Hrn. Young selbst unternommen worden.

Hr. Brewster bemerkt überdiefs, er habe sich aufs

Neue überzeugt, daſs das Licht der beiden Hauptbögen vollständig polarisirt sey, nach Ebenen, die durch deren gemeinschaftlichen Mittelpunkt gehen. Wenn man die von Descartes gegebene Erklärung über die Bildung dieser beiden Bögen annimmt, muſs ihr Licht in der That nothwendigerweise polarisirt seyn, denn das Licht wird in den Regentropfen unter Winkeln reflectirt, die von denen, unter welchen Wasser dasselbe vollständig polarisirt, wenig abweichen. Diese Beobachtung kann als ein neuer Beweis von der Richtigkeit jener Theorie angesehen werden. Hr. Brewster erinnert, daſs er diese Bemerkung schon vor 15 Jahren gemacht habe; ich muſs aber dagegen in Erinnerung bringen, daſs Hr. Biot schon vor ihm, am 11. März 1811, dieselbe Bemerkung dem Institute mitgetheilt hat, und daſs sie ein Paar Tage darauf in den Moniteur eingerückt worden ist.

Bei dieser Gelegenheit will ich noch erwähnen, daſs auch das Licht der secundären Bögen vollständig polarisirt zu seyn scheint, und daſs dieser Umstand sich mit keiner der bisher über diese Bögen gegebenen Erklärungen vereinbaren läſst.

XXI. *Ueber den Liquor fumans Boylii (Spiritus sulphuratus Beguini); von Hrn. Gay-Lussac.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XL. p.* 302.)

Dieses Product, welches man durch Destillation eines Gemenges von 2 Th. Salmiak, 2 Th. Kalk und 1 Th. Schwefel erhält, scheint mir seiner Zusammensetzung nach wohl bekannt zu seyn; allein die Kenntniſs von den seine Bildung begleitenden Umständen läſst noch Einiges zu wünschen übrig. Hr. Thénard nimmt an, daſs sich bei der Bildung desselben kein Stickstoff entwickle, daſs Chlorcalcium und unterschwefligsaurer Kalk entstehen,

und dafs der Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure mit dem Schwefel die Schwefelwasserstoffsäure erzeuge. Andrerseits konnte Hr. Vauquelin keinen Liquor fumans Boylii erhalten, als er, statt des Salmiaks, schwefelsaures Ammoniak oder irgend ein anderes Ammoniaksalz nahm. Mit dem Wunsche, selbst zu sehen, was bei der Bereitung dieser Flüssigkeit vorgehe, fing ich damit an, die vor mir angestellten Versuche zu wiederholen. Ich wandte wasserfreien Kalk an, und fand bestätigt, dafs sich bei der Bildung der rauchenden Flüssigkeit nicht die mindeste Spur von Stickstoff entwickelt. Es entwich anfangs reines Ammoniak und darauf schwefelwasserstoffsaures Ammoniak in weifsen Krystallen, welche aber zuletzt in der rauchenden Flüssigkeit zergingen. Der Rückstand in der Retorte bestand aus Chlorcalcium, Schwefelcalcium und schwefelsaurem Kalk, enthielt aber nicht die geringste Spur von unterschwefligsaurem oder schwefligsaurem Kalk. Letzteres kann nicht auffallend erscheinen, sobald man erwägt, dafs die Hitze bei dieser Operation immer wenigstens bis zur dunklen Rothgluth getrieben wird, und dafs in dieser Temperatur die unterschwefligsauren und schwefligsauren Salze vollständig zersetzt und in ein Gemenge von schwefelsauren Salzen und Schwefelmetallen umgewandelt werden. Es leidet also keinen Zweifel, dafs das Ammoniak den Wasserstoff zur Schwefelwasserstoffsäure nicht geliefert hat. Es wäre aber doch möglich, dafs das Ammoniak zersetzt worden wäre, indem sich Stickstoffcalcium gebildet hätte, was ich jedoch nicht bestätigt finden konnte.

Der Wasserstoff könnte von der Chlorwasserstoffsäure oder dem, bei Verbindung dieser Säure mit dem Kalk gebildeten, Wasser herrühren; allein es ist viel natürlicher, ihn von der Chlorwasserstoffsäure abzuleiten, weil man nicht füglich annehmen kann, dafs sich in dem Wirkungskreise eines und desselben Moleculs erstlich Wasser bilde, um sich gleich darauf wieder zu zersetzen.

Dennoch trägt das Wasser zur Bildung der Schwefelwasserstoffsäure bei, wie man sogleich ersehen wird.

Nimmt man, statt des Salmiaks, schwefelsaures oder phosphorsaures Ammoniak, so bekommt man ebenfalls Liquor fumans Boylii, ohne Entwicklung von Stickstoff; und hier muſs offenbar der Wasserstoff der Schwefelwasserstoffsäure vom Wasser genommen worden seyn. Um indeſs einen directen Beweis hievon zu haben, bereitete ich Schwefelcalcium, setzte ihm Schwefel und Wasser hinzu, und erhitzte ihn darauf. Es entwickelte sich viel Schwefelwasserstoffsäure. Dasselbe Resultat erhielt ich, als ich angefeuchtetes Schwefelbarium, ohne Zusatz von Schwefel, erhitzte, oder besser noch, als ich Wasserdämpfe über rothglühendes Schwefelbarium leitete. Der Zusatz von Schwefel ist unnöthig beim Schwefelbarium, weil dieses drei Atome Schwefel enthält; beim Schwefelcalcium aber, welches nur ein Atom Schwefel enthält, ist er unumgänglich. Ohne diesen Zusatz wird das Wasser nicht zersetzt; es ist dazu die Mitwirkung einer doppelten Wahlverwandtschaft erforderlich.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daſs, bei der Bereitung von Liquor fumans Boylii, ein Theil der Schwefelwasserstoffsäure ganz unzweifelhaft vom Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure des Salmiaks hervorgebracht wird, daſs aber das Wasser, welches anfangs in einer niederen Temperatur durch die Verbindung der Chlorwasserstoffsäure mit dem Kalk gebildet wird, auf das Gemenge von Schwefel und Schwefelcalcium einwirkt, und schwefelsauren Kalk und Schwefelwasserstoffsäure erzeugt. Es folgt auſserdem aus diesen Beobachtungen, daſs man, statt des Salmiaks, irgend ein anderes Ammoniaksalz nehmen kann, sobald es wasserhaltig ist, oder, wenn dieſs nicht der Fall wäre, sobald man Wasser mitwirken läſst.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, VIERTES STÜCK.

I. *Ueber einige Produkte, welche durch die Zersetzung mehrerer Salze vermittelst Chlor erhalten werden; von* Justus Liebig.

Die Art, auf welche chemische Verbindungen durch Chlor zerlegt werden, so wie die Produkte, die daraus hervorgehen, sind bis jetzt kaum der Gegenstand einer besonderen Untersuchung gewesen. Ich habe der Wirkung des Chlors einige Verbindungen unterworfen, und glaube, dafs die Resultate interessant genug sind, um die Aufmerksamkeit auf ihre Anwendung zur Prüfung bestimmter Mischungsverhältnisse rege zu machen.

Die Verbindungen des Chlors mit Alkalien sind ferner der Gegenstand mehrerer Discussionen gewesen. Nach der einen Ansicht sind es Verbindungen von chloriger Säure mit Oxyden, nach der andern Verbindungen von Chlor mit denselben Körpern. Darnach oxydiren diese Verbindungen entweder durch den Sauerstoff der chlorigen Säure, oder durch den Sauerstoff des Oxyds, oder durch eine Wasserzerlegung.

Die erste Ansicht wird dadurch unterstützt, dafs man jederzeit in diesen bleichenden Chlorverbindungen die Gegenwart von Chlormetallen nachweisen kann, deren Entstehung die Bildung einer Oxydationsstufe des Chlors bedingen mufs. Die andere stützt sich hauptsächlich auf

die Art, wie sie von Säuren und selbst durch die schwächsten zersetzt werden, so dafs keine Chlorverbindung mehr zurückbleibt. Die feste Verbindung, welche das Chlor mit Wasser eingeht, scheint überdiefs Verbindungen mit andern Oxyden zuzulassen.

Die Erklärung, welche Berzelius über die Zersetzung dieser Chlorverbindungen durch Säuren gegeben hat, ist eben so wahrscheinlich, als es gewifs ist, dafs nach dem Glühen eines Gemenges von Phosphorcalcium und phosphorsaurem Kalk reiner Kalk zurückbleibt. Seine neuesten Versuche, so sehr auch dadurch die ältere Ansicht an Wahrscheinlichkeit verliert, beweisen dennoch nicht unbedingt das Bestehen einer chlorigen Säure, indem mit Hülfe einiger, gerade nicht unwahrscheinlichen, Voraussetzungen alle Erscheinungen, die er beobachtet hat, sich nach beiden Ansichten erklären lassen; ich glaube, dafs die folgenden Versuche im Stande sind, einer dieser Ansichten den Vorzug zu sichern.

Leitet man Chlorgas durch eine Auflösung von doppelt kohlensaurem Kali, so wird die Kohlensäure unter Aufbrausen ausgetrieben, und es bildet sich das bleichende sogenannte Chlorkali. Diese Thatsache ist zum wenigsten auffallend, wenn man zugiebt, dafs ein einfacher Körper die Verbindung einer Säure von ihrer Base aufzuheben vermag, um sich mit der letzteren zu verbinden; allein die Verwandtschaft der Kohlensäure zum kohlensauren Kali, wird schon in der Siedhitze theilweise aufgehoben, und es läfst sich denken, dafs eine, wenn auch nur schwache Verwandtschaft, dieselbe Wirkung hervorbringen kann.

Leitet man aber Chlorgas durch eine Auflösung von essigsaurem Kali, so ist der Vorgang ganz der nämliche. Das Chlor wird von diesem Salze in grofser Menge absorbirt, die Flüssigkeit färbt sich gelb, und durch Zusatz von Salzsäure, oder einer andern starken Säure, wird daraus, unter heftigem Aufbrausen, Chlorgas entbunden.

Diese Flüssigkeit besitzt das bleichende Vermögen des Chlors im höchsten Grade, und genau den Geschmack des Wasserstoffhyperoxyds; sie verdickt den Speichel, allein sie bringt auf der Haut den charakteristischen weifsen Fleck nicht hervor, welcher dem Wasserstoffhyperoxyd eigenthümlich ist, und mit Silberoxyd entwickelt sie kein Sauerstoffgas. Bei der Absorption des Chlorgases durch essigsaures Kali bemerkt man keine Erscheinung, welche die Zersetzung der Essigsäure begleitet haben würde, namentlich keine Entwicklung von Kohlensäure.

Erhitzt man diese Flüssigkeit unter einer Quecksilberwanne, so entwickelt sich kein Sauerstoffgas, eben so wenig als bei dem Erhitzen einer Auflösung von sogenannten Chlorkali oder Chlorkalk, oder der bleichenden Flüssigkeit, die bei der Bereitung des chlorsauren Kali's aus kohlensaurem Kali zurückbleibt; ich habe mich durch besondere Versuche überzeugt, dafs beim Erhitzen der letzteren nur Kohlensäure nebst etwas Chlor entbunden wird. Unterwirft man die Flüssigkeit der Destillation, so erhält man freie Essigsäure, nebst wenig Chlorgas; bei der Concentration krystallisirt daraus Chlorkalium, allein dieses Salz wird beim Erhitzen mit Salzsäure gelb und entwickelt Chloroxydulgas; ein Beweis, dafs sich bei der Zersetzung der bleichenden Verbindung chlorsaures Kali bildet. Die Mutterlauge enthält essigsaures Kali und reagirt sauer. In offnen Gefäfsen entwickelt sich Chlorgas, und die bleichende Eigenschaft verliert sich nach einigen Tagen völlig.

Dieses Verhalten scheint mir für die Annahme einer chlorigen Säure in den Bleichsalzen beweisend zu seyn, denn nur eine solche kann die Verwandtschaft der Essigsäure zum Kali im Gleichgewichte halten; es kann nicht auffallen, dafs in dieser Verbindung eine so leicht zersetzbare Säure, wie die chlorige Säure ist, neben freier Essigsäure bestehen kann, wenn man erwägt, dafs das neutrale essigsaure Bleioxyd durch Kohlensäure ebenfalls

theilweise zersetzt wird, und zwar so, daſs man nachher durch Destillation freie Essigsäure daraus erhält.

Leitet man Chlorgas durch eine Auflösung von oxydirt salzsaurem Kali bis zur Sättigung, so wird ebenfalls eine viel gröſsere Menge Chlorgas absorbirt, als ein gleiches Volumen Wasser aufgenommen haben würde. Daſs dieses Chlorgas in die Zusammensetzung des Salzes eingegangen ist, beweist der Umstand, daſs Säuren unter Aufbrausen eine Entwicklung dieses Gases verursachen; allein die Quantität des gebildeten chlorigsauren Salzes steht im Verhältniſs zu der Menge des oxydirt salzsauren Kali's, welches bekanntlich im Wasser sehr schwer auflöslich ist. Die Flüssigkeit verliert die Eigenschaft zu bleichen durch Stehen an der Luft nach einigen Stunden, oder durch Erhitzen; nach dem Erhitzen schlägt sie aber aus salpetersaurem Silberoxyd reichlich Chlorsilber nieder. Ich muſs dabei bemerken, daſs alles Chlorgas zu diesen und folgenden Versuchen durch Wasser geleitet wurde, um es von anhängender Salzsäure zu befreien.

Ich habe versucht, die besondere Oxydationsstufe des Chlors, welche man aus chlorsaurem Kali mit Vitriolöl erhält, mit Kali zu verbinden. Allein die Hitze, welche nöthig war, um dieses Gas durch eine Auflösung von kohlensaurem Kali zu treiben, verursachte eine Explosion, wodurch die Retorte zersprengt wurde; ich habe aber bemerken können, daſs die alkalische Flüssigkeit Lackmuspapier bleichte, so wenig sie auch von dem Gase aufgenommen haben mochte.

Eine Auflösung von chlorsaurem Kali verhielt sich nach der Sättigung mit Chlorgas wie Chlorwasser; Säuren verursachen kein Aufbrausen, und an offner Luft bei gelindem Erhitzen verlor sich die bleichende Eigenschaft sehr schnell, und die rückständige Flüssigkeit trübte nur sehr schwach das salpetersaure Silber.

Welche Oxydationsstufe des Chlors in diesen Sal-

zen enthalten sey, läfst sich durch directe Versuche kaum entscheiden, da es noch nicht gelungen ist, diese Salze rein darzustellen, und ihre leichte Zersetzbarkeit grofse Schwierigkeiten bei ihrer Untersuchung in den Weg legt. Das Verhalten mehrerer oxydirbaren Substanzen, gegen die chlorigsauren Salze, könnte vielleicht darüber einiges Licht verbreiten. Bringt man nämlich feuchtes Schwefelblei oder eine Auflösung von Schwefelbaryum in eine Auflösung von chlorigsaurem Kalk, so werden diese Verbindungen augenblicklich in schwefelsaure Salze verwandelt, und zwar, wenn die Flüssigkeit kein freies Chlor enthält, ohne Entwicklung von Chlor, ohne Abscheidung von Schwefel und ohne dafs Baryt oder Blei in der Flüssigkeit zurückbleibt.

Es ist klar, dafs wenn die chlorige Säure 3 Atome Sauerstoff enthält, diese nebst dem Sauerstoff der Base genau hinreichen, um ein Schwefelmetall in ein schwefelsaures Salz zu verwandeln. Bringt man Jod in eine Auflösung von chlorigsaurem Kalk, so verwandelt es sich in kurzer Zeit in weifse federförmige Krystalle von jodsaurem Kalk, es entwickelt sich aber dabei beständig Chlorgas; dieselbe Entwicklung bemerkt man bei der Fällung von neutralem schwefelsauren Manganoxydul durch chlorigsauren Kalk, während sich Manganhyperoxydul bildet. Jodquecksilber bewirkt zwar in dem chlorigsauren Kalk keine Entwicklung von Chlor, allein indem es zersetzt wird, schlägt sich Quecksilberoxyd nieder, selbst wenn die Flüssigkeit freies Chlor enthält.

Diese Thatsachen geben, in Beziehung auf den Sauerstoffgehalt der chlorigen Säure, keine Gewifsheit, sie sind aber vermögend, die Annahme von 3 Atomen Sauerstoff wahrscheinlicher zu machen.

Schwefelcyanmetalle und Chlor. Leitet man durch eine weite Glasröhre trocknes Chlorgas über trocknes Schwefelcyansilber, so wird es ohne Beihülfe von Wärme unter Erhitzung zersetzt; es wird zinnoberroth durch seine

ganze Masse hindurch, und es destillirt Chlorschwefel ab. Beim Erhitzen wird es gelbroth, und es sublimirt sich in der Glasröhre eine Substanz von derselben Farbe. Die Zersetzung des Schwefelcyansilbers ist nie vollständig, und die Menge des Sublimats sehr gering; es löst sich im Wasser und in den Säuren, aufser Salpetersäure und Vitriolöl, nicht auf.

Wird der Sublimat mit Kalium zusammengeschmolzen, entsteht eine Feuererscheinung mit Entwicklung eines brennbaren Gases; es bleibt eine leichtflüssige Salzmasse, welche sehr auflöslich im Wasser ist und Eisenoxydsalze blutroth färbte.

Das bei der Bildung dieses Sublimats erhaltene Destillat war gröfstentheils Chlorschwefel, allein enthielt dabei noch eine Schwefelcyanverbindung und Chlorcyan (*perchlorure*). Durch Erhitzen mit Wasser erhält man nämlich eine Flüssigkeit, welche Eisenoxydsalze blutroth färbt, und beim Abdampfen Krystalle von Cyansäure.

Zu einer vollständigen Untersuchung war der Sublimat nie hinreichend, und ich glaubte meinen Zweck bei der Anwendung von Schwefelcyanblei besser erreichen zu können.

Das Schwefelcyanblei ist, wie es mir scheint, noch nicht untersucht, wenigstens unterscheiden sich die Verbindungen, welche ich darstellte, wesentlich von denen. die beschrieben sind; man hält es für leichtlöslich. Ich zweifle nicht, dafs das von Porret und Brandes untersuchte ein saures Salz gewesen sey.

Vermischt man eine Auflösung von Bleizucker mit Schwefelcyankalium, so entsteht kein Niederschlag; nach einiger Zeit, und besonders schnell nach starkem Schütteln, bilden sich aber in der Flüssigkeit eine Menge gelber glänzende Krystalle, die beständig an Gröfse zunehmen. Sie sind in kaltem Wasser kaum auflöslich, verlieren aber durch starkes Auswaschen ihren Glanz; nach dem Kochen mit Wasser reagirt die Flüssigkeit sauer,

und es bleibt ein gelbes Pulver zurück, welches im Wasser ganz unauflöslich ist.

Ich habe diese gelben Krystalle anfänglich für ein basisches Salz gehalten, und da dergleichen Schwefelcyanverbindungen noch nicht bekannt sind, so habe ich es einer Untersuchung werth gehalten.

Durch Glühen in einer Glasröhre bläht sich dieses Salz heftig auf, es sublimirt Schwefel, und es entweicht Schwefelkohlenstoff; es bleibt poröses vollkommen metallisch glänzendes Schwefelblei zurück. Mit Salpetersäure übergossen und gelinde erwärmt, zersetzt es sich plötzlich mit großer Heftigkeit, es verwandelt sich in krystallinisches schwefelsaures Bleioxyd, ohne daſs dabei Schwefel abgeschieden wird; vermischt man aber die von dem schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirte Flüssigkeit mit Blei- oder Barytsalzen, so entstehen starke Niederschläge.

1,105 dieses gelben Salzes lieferten, auf die angegebene Weise mit Salpetersäure zersetzt, 1,03 schwefelsaures Bleioxyd. Berechnet man darnach seine Zusammensetzung, so erhält man in 100 Theilen:

	nach dem Versuch	nach der Rechnung
Schwefelcyan	36,19	35,87
Blei	63,81	64,13
	100,00	100,00.

Es unterliegt mithin keinem Zweifel, daſs es Schwefelcyanblei ist.

Vermischt man eine Auflösung von Schwefelcyankalium mit basisch essigsaurem Bleioxyd, so entsteht sogleich ein häufiger weiſser, käsiger Niederschlag, welcher beim Trocknen pulverig und gelblich wird. Man erhält denselben Körper, wenn man die beiden Salze im neutralen Zustande mit einander vermischt, und gleich darauf Ammoniak zusetzt.

Erhitzt man diesen Niederschlag trocken in einer

Glasröhre, so zersetzt er sich, ohne dafs sich Schwefel sublimirt; es entwickeln sich dabei Gasarten, welche durch Kalkwasser geleitet darin einen Niederschlag hervorbringen, ein Beweis, dafs diese Verbindung Sauerstoff enthält. Im Wasser ist dieses Salz vollkommen unauflöslich, durch Salpetersäure wird es aber eben so schnell zersetzt wie das vorige; die von dem gebildeten schwefelsauren Blei abfiltrirte Flüssigkeit fällt aber nunmehr die Blei- und Barytsalze nicht, im Gegentheil wird darin durch Schwefelsäure ein geringer Niederschlag hervorgebracht.

1,21 von diesem Salz wurden mit Salpetersäure gekocht, und nach vollendeter Zersetzung einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt. Das gebildete schwefelsaure Bleioxyd wog geglüht 1,328 Gr. In 100 Theilen enthält es mithin 74,958 Blei.

Betrachtet man es als eine Verbindung von Schwefelcyanblei mit Bleioxyd, so besteht es nach der Analyse aus:

59,639	Schwefelcyanblei
40,361	Bleioxyd
100,000.	

Der Rechnung nach würde es zusammengesetzt seyn aus:

59,124	Schwefelcyanblei
40,876	Bleioxyd
100,000.	

Diese beiden Verbindungen des Blei's mit Schwefelcyan gaben mir durch Chlor zersetzt keine besseren Resultate als das Schwefelcyansilber, im Gegentheil erhielt ich von dem rothen Sublimat keine Spur, sondern nur Chlorschwefel und Chlorcyan (*perchlorure*).

Schwefelcyankalium und Chlor. Schmilzt man trocknes Schwefelcyankalium in einem Strom von trocknem

Chlorgas, so bläht sich dieses Salz heftig auf, wird gelb und undurchsichtig, seine Flüssigkeit verliert sich immer mehr, nach Maafsgabe als die Zersetzung vorwärts schreitet, bis dafs es zuletzt fest wird; es destillirt wie bei den vorhergehenden Zersetzungen Chlorschwefel und Chlorcyan über; allein in einem gewissen Zeitpunkte erhebt sich ein dicker rother Dampf, der sich an dem oberen Theil des Gefäfses in Gestalt einer rothen, an manchen Stellen gelbrothen Masse anlegt.

Sie läfst sich in Gestalt von Blättchen, die keine Spur von Krystallisation zeigen, von dem Gefäfse ablösen, und besitzt einen starken Geruch nach Chlorcyan, der sich aber beim Erhitzen an der Luft verliert. Sie ist im Wasser unauflöslich und wird von Säuren, aufser Salpetersäure, nicht zersetzt; in Vitriolöl löst sie sich auf, wird aber beim Verdünnen wieder abgeschieden. Die verschieden gefärbten Stellen scheinen darauf hinzudeuten, dafs diese Substanz zwei verschiedene feste Verbindungen enthält; diefs bestätigt auch ihr Verhalten zum Aetzkali.

Uebergiefst man nämlich diese Substanz feingepulvert mit Aetzkali, so färbt sie sich dunkelroth, und das Kali löst nichts oder nur wenig davon auf; giefst man die alkalische Flüssigkeit ab, und spült den Rückstand mit etwas Weingeist ab, so löst er sich alsdann beim Uebergiefsen mit reinem Wasser zum Theil auf, während ein anderer Theil, ohne Zweifel eine höhere Schwefelungsstufe, in Gestalt von gelben Flocken zurückbleibt.

Mit Kalium erhitzt, verbindet er sich damit unter einer starken Feuererscheinung, es entwickelt sich dabei ein brennbares Gas, man erhält eine leichtflüssige, gelbe Salzmasse, die bei weiterem Erhitzen roth wird; die Salzmasse löst sich leicht im Wasser auf, und fällt Bleiauflösungen schwarz. Salzsaure Eisenoxydauflösung wird dadurch ebenfalls schwarz niedergeschlagen, der Niederschlag löst sich durch zugesetzte Salzsäure nur theilweise auf, indem die Flüssigkeit eine dunkelrothe Farbe annimmt;

das Unaufgelöste ist hellblau, wird aber an der Luft zu Berlinerblau.

Mit Kupferoxyd geglüht, entwickelt sich ein Gasgemenge, welches Stickgas, Kohlensäure und schweflige Säure enthält, nach Entfernung der letzteren durch braunes Bleioxyd absorbirt Aetzkali davon $\frac{2}{3}$. Ich habe bei zwei andern Versuchen 193 und 186 Volumen Kohlensäure auf 300 Vol. dieses Gases erhalten, es enthielt aber in beiden Fällen Salpetergas; man kann, wie ich glaube, darnach annehmen, daſs das Verhältniſs des Stickstoffs zum Kohlenstoff in dieser Substanz dasselbe ist wie in dem Cyan.

Nach diesen Versuchen wäre dieser Körper eine Verbindung von Schwefel mit Cyan, welche mehr Schwefel enthält, als das Radical der Schwefelblausäure.

Zur Bestimmung der Quantität des Schwefels wurden 0,305 dieser Substanz mit der 10fachen Menge kohlensaurem Kali, und mit der 10fachen Menge Salpeter in einer Platinschaale so lange roth geglüht, bis daſs das Ganze ruhig wie Oel floſs. Die Salzmasse wurde alsdann im Wasser aufgelöst, mit Salpetersäure neutralisirt und mit salzsaurem Baryt die Schwefelsäure niedergeschlagen.

Das Gewicht des schwefelsauren Baryts, welcher mehrmals mit Salzsäure ausgekocht worden war, um ihn von anhängenden salpetersauren Salzen zu befreien, betrug 1,501; darnach enthielte diese Substanz 67,9 Proc. Schwefel.

Diese Schwefelmenge ist gröſser als der Schwefelgehalt des Radicals der Schwefelblausäure, und zu klein für ein Doppelt-Schwefelcyan.

Ich habe eine neue Portion dieser Substanz der Wirkung von einem Strom trocknen Chlorgases unter gelinder Erwärmung unterworfen; es destillirte Chlorschwefel ab, ihre Farbe wurde mehr rothgelb, und erschien, besonders nach dem Reiben, citronengelb.

0,445 davon aufs Neue mit Salpeter und kohlensaurem Kali verpufft, lieferten 1,85 schwefelsauren Baryt. Nach dieser Analyse bestände sie aus:

57,05	Schwefel
42,95	Cyan
100,00.	

Diese Schwefelmenge ist immer noch gröfser als die des Radicals der Schwefelsäure, und in der That beweist auch ihr Verhalten gegen Kali, dafs diese Substanz noch nicht ganz rein ist; es bleiben nämlich nach der Behandlung mit Aetzkali und nachherigem Uebergiefsen mit Wasser noch einige unauflösliche gelbe Flocken zurück.

Gegen Kalium verhielt sie sich wie die vorhergehende schwefelhaltigere Verbindung, es entwickelte sich bei der Vereinigung mit Kalium immer ein brennbares Gas, und die rückbleibende Salzmasse erwies sich als ein Gemenge von Schwefelcyankalium, Schwefelkalium und Cyankalium.

Das bei der Verbindung dieser beiden Körper mit Kalium freiwerdende Gas kann durchaus kein Wasserstoff seyn, oder keinen Wasserstoff enthalten; das Schwefelcyankalium war frisch geschmolzen, und das Chlor wurde, ehe es mit diesem in Berührung kam, zuerst durch Wasser und nachher durch eine 2 Fufs lange, sehr weite Glasröhre geleitet, welche mit Chlorcalcium angefüllt war.

Erhitzt man diese Substanz trocken in einer Glasröhre, so sublimirt sich im Anfange etwas Schwefel, und es entwickelt sich Cyangas und Schwefelkohlenstoff; sie wird heller gelb, und scheint sich alsdann unverändert zu verflüchtigen, sie verschwindet beim Glühen ohne sich zu schwärzen. Dieselbe Zersetzung tritt nur theilweise ein, wenn sie mit Kalium zusammengeschmolzen wird, das Kalium ist lange flüssig, ehe die Verbindung beider vor sich geht, und in dem Augenblick, wo diefs geschieht, bemerkt man meistens schon sublimirten Schwefel; das

neue Produkt, welches entsteht, mufs deshalb ein Gemenge mehrerer seyn.

Ich glaube, dafs dieser Körper, wenn er nicht das Radical der Schwefelblausäure selbst ist, demselben dennoch sehr nahe steht.

Das Verhalten dieser Substanz gegen Kalium und Kali mufste mich nothwendig auf die gelbe Substanz aufmerksam machen, die sich bei der Zersetzung der Schwefelblausäure an der Luft aus derselben niederschlägt, und die man, nach der Angabe von Wöhler, durch Kochen einer Auflösung von Schwefelcyankalium mit verdünnter Salpetersäure in gröfserer Menge erhält. Hr. Wöhler hat sich mit einer Untersuchung derselben beschäftigt, und, was ihr Verhalten zu beweisen scheint, sie für eine Verbindung von Schwefel mit Schwefelblausäure gehalten.

Vermischt man eine Auflösung von Schwefelcyankalium mit concentrirter Salpetersäure, so schlägt sich nach kurzer Zeit sehr viel Salpeter nieder; giefst man die darüberstehende Flüssigkeit ab und erhitzt sie gelinde, so kommt sie plötzlich von selbst in's Kochen, es entsteht ein heftiges Aufbrausen unter Entwicklung von Salpetergas und Kohlensäure, und es schlägt sich ein gelber flokkiger Körper nieder, dessen Menge beständig zunimmt.

Nimmt man mehr als 3 Th. Salpetersäure auf 1 Th. Schwefelcyankalium, so geht die Zersetzung vor sich, ohne dafs sich die geringste Menge von der gelben Substanz bildet. Das beste Verhältnifs ist 1 Schwefelcyankalium, 3 Wasser und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Salpetersäure von 1,43.

Die von diesem gelben Körper abfiltrirte saure Flüssigkeit enthält Ammoniak. Der Bildung von Kohlensäure und Ammoniak scheint demnach die Erzeugung von cyaniger Säure vorausgegangen zu seyn; zu gleicher Zeit schlägt sie die Barytsalze stark nieder. Man mag die Auflösung des Schwefelcyankaliums oder die Salpetersäure bei der Bereitung dieser Substanz so verdünnt als nur mög-

lich nehmen, so erzeugt sich doch immer neben derselben Schwefelsäure.

Der gelbe Körper läfst sich ebenfalls und viel sicherer und vortheilhafter darstellen, wenn man Chlorgas durch eine concentrirte Auflösung von Schwefelcyankalium leitet. Sogleich, wenn die ersten Blasen Chlorgas in diese Auflösung treten, bildet sich ein gelber Niederschlag, der beständig zunimmt; diefs geschieht aber nur dann, wenn das Schwefelcyankalium kein kohlensaures Kali enthält, welches nach der gewöhnlichen Methode, wenn man Weingeist zur Scheidung beider anwendet, leicht geschieht. Man verfährt deshalb bei der Darstellung des Schwefelcyankaliums besser, wenn man, nachdem das Eisencyankalium mit Schwefel zusammengeschmolzen und im Wasser wieder aufgelöst ist, das Eisenoxydul zum Theil mit kohlensaurem Kali, und nachher vollständig mit Schwefelammonium fällt, die Flüssigkeit abdampft und bis zur vollständigen Zersetzung des Schwefelcyanammoniums schmilzt; kürzer ist es aber immer, wenn man das, kohlensaures Kali enthaltende, Schwefelcyankalium mit Salzsäure neutralisirt.

Man erhitzt die Auflösung des Schwefelcyankaliums, ehe das Chlorgas hineingeleitet wird, damit das sich bildende Chlorkalium die Röhre nicht verstopft.

Bei einer starken Verdünnung bildet sich der gelbe Körper nicht, die Farbe desselben fällt um so mehr in's Rothgelbe, je concentrirter die Auflösung ist.

Der gelbe Niederschlag backt bei dem Trocknen stark zusammen, er fühlt sich weich an und färbt sehr stark ab, er hält das Wasser beim Trocknen äufserst hartnäckig zurück. Sein Verhalten stimmt so genau mit dem der beschriebenen Schwefelcyanverbindungen überein, dafs man beide schon darnach für identisch zu halten geneigt ist.

Erhitzt man diese Substanz vollkommen trocken in einer Glasröhre, so sublimirt sich Schwefel; es entwik-

kelt sich Cyangas, welches man an seinem Geruch erkennt, und Schwefelkohlenstoff, der sich theils verdichtet, theils gasförmig entweicht. (Bei kleineren Quantitäten verdichtet er sich nicht, seine Gegenwart läfst sich aber nachweisen, wenn man die entweichenden Gasarten entzündet, es erzeugt sich nämlich bei dem Verbrennen derselben eine Menge schwefliger Säure). Sie wird heller gelb, und scheint sich beim Glühen unverändert zu sublimiren. Ist sie feucht, so entwickelt sich neben dem Schwefel kohlensaures Ammoniak; der Rückstand ist alsdann schwarz, und verglimmt an der Luft genau so, wie es Wöhler angegeben hat.

Mit Kalium zusammengeschmolzen sind die Erscheinungen wieder völlig analog. Ein Theil der Substanz ist zersetzt, ehe das Kalium darauf zu wirken anfängt; es entweicht ebenfalls ein brennbares Gas. Die Verbindung ist gelblich und wird bei weiterem Schmelzen roth; im Wasser aufgelöst, fällt sie die Eisenoxydsalze schwarz, der Niederschlag verschwindet aber durch Salzsäure nur zum Theil, und hinterläfst, indem sich die Flüssigkeit dunkelroth färbt, einen bläulichen, an der Luft blau werdenden Niederschlag von Berlinerblau.

Ich habe selbst einmal beim Zusammenschmelzen mit Kalium, wo die weitere Schmelzung nach der Vereinigung vermieden wurde, eine Salzmasse erhalten, welche die Eisenoxydsalze dunkelroth färbte, und die Blei- und Silbersalze nicht schwärzte.

Hr. Wöhler hat gefunden, dafs diese Substanz mit Kali übergossen sich dunkelgelb färbt, und nach Entfernen des Alkali's durch Waschen mit Weingeist sich nachher im Wasser zu einer neutralen Verbindung auflöst; ich habe zuweilen einen Rückstand erhalten, der mir von dem früher erwähnten durchaus nicht verschieden erschien. Er hat ferner ausgemittelt, dafs diese Substanz Stickstoff und Kohlenstoff in demselben Verhältnifs wie das Cyan enthält. Durch gelindes Erhitzen im trocknen Chlorgase

wird der gelbe Körper in seinen Eigenschaften nicht verändert; beim Glühen hingegen verwandelt er sich in Chlorschwefel und Chlorcyan (*perchlorure*), aber nicht vollständig, sondern es bleibt ein gelber Rückstand.

Jeder Zweifel über die gleiche Zusammensetzung des gelben Körpers mit der Schwefelcyanverbindung, die man aus dem Schwefelcyankalium durch Chlor erhält, wird, wie es mir scheint, durch die Analyse vollkommen widerlegt.

Der gelbe Körper wurde durch ein Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Kali verbrennt, mit Salpetersäure neutralisirt und mit salzsaurem Baryt die Schwefelsäure bestimmt.

			Schwefels. Baryt.			
I.	0,143	gaben	0,585	entsprech. in 100 Th.	56,15	Schwefel
II.	0,111	-	0,452	- - - -	55,858	-
III.	0,452	-	0,985	- - - -	55,842	-

Das Radical der Schwefelblausäure würde der Rechnung nach bestehen aus 100 Theilen aus:

55,09 Schwefel
51,91 Cyan

Diese Analysen beweisen, dafs der gelbe Körper eine gleiche Zusammensetzung mit dem Radical der Schwefelblausäure besitzt.

Alle Versuche, welche zeither in der Absicht angestellt sind, um das Radical der Schwefelblausäure zu isoliren, beweisen, dafs es ein sehr wenig flüchtiger fester Körper seyn mufs, denn im entgegengesetzten Fall würde es einem Berzelius und Davy im Verlauf der Untersuchungen, welche beide über die Schwefelcyanverbindungen angestellt haben, nicht entgangen seyn.

Das Verhalten des gelben Körpers gegen Kali scheint der Annahme, dafs er das Radical der Schwefelblausäure sey, für welche seine Zusammensetzung spricht, nicht günstig zu seyn; allein man weifs wenig mehr, als dafs diese

Verbindungen existiren, und man hat Ursache daran zu zweifeln, dafs er sich mit dem Kali ohne Zersetzung vereinige. Der folgende Versuch beweist augenscheinlich, dafs seine Zusammensetzung verändert wird. Wenn man nämlich die Verbindung, welche entsteht, wenn man den gelben Körper mit Kali übergiefst, mit Weingeist auswäscht, so vermindert sich seine Quantität um mehr als die Hälfte; filtrirt man den Weingeist von dem Rückstande ab und vermischt ihn mit Eisenoxydsalzen, so werden diese tief dunkelroth gefärbt.

Erhitzt man den gelben Körper mit dem ersten Schwefelkalium, welches man durch Fällung von Schwefelbaryum vermittelst kohlensaurem Kali erhält, so löst er sich darin vollständig auf; setzt man nun Salzsäure zu, so schlägt sich Schwefel nieder, und man erhält nach dem Filtriren eine wasserklare Flüssigkeit, welche Eisenoxydsalze dunkelroth färbt. Erhitzt man dieses Schwefelbaryum mit einem Ueberschufs von dem gelben Körper, so wird es vollständig zersetzt, so dafs die von dem Rückstande abfiltrirte Flüssigkeit die Bleisalze nicht mehr schwärzt; bei dem Fällen bemerkt man eine Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas. Vermischt man diese Flüssigkeit mit einer Eisenoxydauflösung, so wird sie ebenfalls tief dunkelroth gefärbt, und bleibt eine Zeit lang vollkommen klar; bald darauf trübt sie sich aber und es bildet sich ein gelblicher Niederschlag. Ich habe geglaubt, dafs dieser Niederschlag von der Gegenwart von kohlensaurem Kali in dem Schwefelkalium herrühre, welches eine gewisse Portion von dem gelben Körper aufgelöst haben würde, allein bei der Anwendung von Schwefelbaryum, anstatt des Schwefelkaliums, erhielt ich dasselbe Resultat. Dieses Verhalten stimmt durchaus nicht mit der Annahme einer geschwefelten Schwefelblausäure überein, obgleich die Entwicklung von Schwefelwasserstoff dafür spricht, dafs es eine Säure ist, die sich mit Kali verbindet; diese Säure wird aber durch die Zersetzung des

des gelben Körpers durch Kochen mit Wasser erst gebildet, wovon man sich leicht durch Lackmuspapier überzeugen kann.

Gegen einen Wasserstoffgehalt spricht sein Verhalten im Chlorgas, und hauptsächlich die vollkommene Gleichheit mit der aus Schwefelcyankalium dargestellten Substanz, die keinen Wasserstoff enthalten kann; die Entwicklung eines brennbaren Gases bei seiner Verbindung mit Kali kann aus dieser Ursache nicht als Grund für die Annahme eines Wasserstoffgehaltes angesehen werden. Unter einer guten Luftpumpe getrocknet und mit allen Mafsregeln der Vorsicht behandelt, bemerkte ich übrigens, wenn er mit Kupferoxyd verbrennt wurde, immer Spuren von Wasser, dessen Quantität aber bei weitem nicht hinreichend war, um einen Wasserstoffgehalt darin anzunehmen.

Ich habe von 0,3 Gr. { 0,011, 0,017, 0,009, 0,026 } Wasser erhalten.

Nimmt man nun an, dafs er eine Verbindung von Schwefelblausäure mit Schwefel ist, so müfste diese Quantität 0,029 und noch mehr betragen, weil es beinahe unmöglich ist, das Kupferoxyd absolut von Wasser zu befreien

Unter allen Umständen ist aber die Voraussetzung unzulässig, dafs er eine Verbindung von Schwefel mit Cyan sey, die mehr Schwefel enthalte, als das Radical der Schwefelblausäure.

Nach der Zersetzung des Schwefelcyankaliums durch Chlorgas bleibt das gebildete Chlorkalium gemengt mit einer hellgelben Substanz zurück, die man durch wiederholtes Auskochen mit Wasser rein erhält. Sie ist ohne Zweifel durch Zersetzung des Schwefelcyans entstanden, und identisch mit der hellgelben Substanz, die nach dem

Erhitzen des Schwefelcyans, bis sich kein Schwefel mehr sublimirt, zurückbleibt; sie ist im Wasser vollkommen unauflöslich, scheint aber durch anhaltendes Kochen etwas verändert zu werden.

Vollkommen trocken mit Kalium erhitzt, entsteht eine starke Feuererscheinung, man erhält eine schmelzbare Salzmasse, aus welcher sich beim Glühen einige Gasarten entwickeln; löst man die im Wasser auf, so schlägt sie das salzsaure Eisenoxyd braun nieder, durch Zusatz von Salzsäure wird aber der Niederschlag wieder aufgelöst und die Flüssigkeit wird grau, zuweilen auch roth. In beiden Fällen schlägt sich aber daraus nach einiger Zeit Berlinerblau nieder.

Beim Erhitzen in einer Glasröhre bemerkt man keinen Schwefel, die Substanz verkohlt sich nicht, man bemerkt den Geruch des Cyans, und beim Glühen verflüchtigt sie sich ohne Rückstand.

Mit Kupferoxyd verbrennt, lieferte sie ein Gasgemenge, welches 3 Stickstoff auf 4 Kohlensäure enthielt; ich konnte aber niemals die Bildung von Stickstoffoxydgas vermeiden. Mit Salpeter verbrennt, enthält der Rückstand Schwefelsäure; die Quantität des entsprechenden Schwefels beträgt aber noch nicht 6 Proc. vom Gewichte dieser Substanz, so dafs man wohl schliefsen kann, dafs er nicht zu ihrer Zusammensetzung gehöre.

Mit Salpetersäure gekocht, wird dieser Körper, wiewohl schwer, zersetzt; dampft man die Säure bis beinahe zur Trockne ab und giefst Wasser hinzu, so bleibt ein weifser Rückstand, welcher getrocknet pulverig ist; er löst sich in heifsem Wasser auf und scheidet sich beim Erkalten in Flocken wieder ab; sein Verhalten gegen Kalium scheint darzuthun, dafs er Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff enthält.

Kali löst ihn leicht auf; setzt man zu dieser Auflösung Essigsäure, so wird die Flüssigkeit opalisirend, und nach einigen Tagen dick wie Gallerte. Seine Auflösung

im Wasser wird durch Ammoniak in weifsen, schleimigen Flocken gefällt.

Erhitzt man den gelben Körper, den man aus Schwefelcyankalium auf nassem Wege erhält, in Chlorgas, so bleibt ebenfalls, nachdem der Chlorschwefel und das Chlorcyan abdestillirt ist, eine hellgelbe Substanz zurück, die sich in ihrem Verhalten genau wie diese verhält *).

Schwefelcyanäther. Bei diesen Schwefelcyanverbindungen will ich eine neue Aetherart beschreiben, welche ich im Verlauf dieser Arbeit erhalten habe. Sie unterscheidet sich von den bekannten Aetherarten hauptsächlich dadurch, dafs sie Stickstoff und Schwefel enthält.

Man erhält diesen Aether, wenn man 1 Schwefelcyankalium mit 2 Schwefelsäure und 3 Alkohol von 80 Procent destillirt. Aus dem Destillat scheidet sich beim Vermischen mit Wasser ein ölartiger Körper ab, welcher dem Gewichte nach ungefähr $\frac{3}{4}$ von dem Gewicht des Schwefelcyankaliums beträgt. Er sammelt sich anfänglich auf der Oberfläche des Wassers; durch fortgesetztes Waschen mit frischem Wasser von beigemischtem Aether und Alkohol befreit, sinkt er aber in der Gestalt eines farblosen oder gelblichen Oels zu Boden.

Dieser Aether besitzt einen äufserst starken Geruch

*) Hr. Lassaigne hat vor Kurzem eine besondere Verbindung des Schwefels mit Cyan beschrieben, deren Verhalten, wenn sie wirklich das ist, wofür er sie zu halten geneigt ist, im hohen Grade auffallend erscheint; ich habe versucht mir diese Verbindung zu verschaffen, und habe Chlorschwefel, welcher über Chlorcalcium destillirt worden war, mit ganz trocknem Cyan mehrere Monate lang in Berührung gelassen, aber bis jetzt noch keine Spur von diesen Krystallen erhalten. Befeuchtet man gepulvertes Cyanquecksilber mit etwas Wasser und giefst Chlorschwefel hinzu, so entsteht bei gelindem Erwärmen ein starkes Aufbrausen, und es entwickelt sich sehr reines Cyangas; nimmt man mehr Wasser, so entwickelt sich neben dem Cyangas eine grofse Menge schwefliger Säure, allein man bemerkt eben so wenig die Bildung dieses eigenthümlichen Körpers.

nach Stinkasand oder Löffelkraut, der sich an Alles hartnäckig anhängt, was mit ihm in Berührung gekommen ist; obgleich er im Wasser nicht auflöslich ist, so theilt er dennoch demselben seinen Geruch im hohen Grade mit. Sein Geschmack ist seinem Geruch sehr ähnlich, aber nicht scharf, sondern etwas süfslich und pfeffermünzartig. Im Alkohol ist er leicht auflöslich; er entzündet sich leicht und brennt unter Bildung von schwefliger Säure mit blaurother Flamme; er siedet bei 66 — 72° C.

Der neue Aether, so wie seine Auflösung in Weingeist reagirt nicht auf Pflanzenfarben; eine concentrirte Kalilauge, so wie Ammoniak, zersetzen ihn nicht, eben so wenig wird seine Auflösung in Alkohol durch Kali verändert; es ist mir überhaupt nicht gelungen, die Gegenwart von Schwefelblausäure in diesem Aether nachzuweisen.

Wenn er über Chlorcalcium rectificirt worden ist, so behält Kalium in demselben seinen Glanz, wenigstens eine Zeit lang; nach einigen Stunden bedeckt es sich aber mit einer gelben Rinde, die beim Sieden des Aethers zunimmt. Diese gelbe Verbindung ist im Wasser sehr leicht löslich, sie färbt Eisenoxydsalze dunkelroth; ein Beweis, dafs sich Schwefelcyankalium gebildet hat.

Vermischt man ihn mit concentrirter Salpetersäure, so wird er unter sehr heftiger Erhitzung, die zuweilen bis zur Entzündung geht, zersetzt. Bei verdünnter Salpetersäure entwickelt sich eine Menge salpetriger Säure, und die Säure schlägt alsdann die Barytsalze nieder. Mit concentrirter Schwefelsäure vermischt, wird der Aether weifs und undurchsichtig; bei dem Erhitzen entwickelt sich viel schweflige Säure, und das Vitriolöl wird braun und trübe.

Mit Chlor zersetzt er sich, ohne seine Form zu verändern, und absorbirt davon eine grofse Menge; es entweicht gasförmige Salzsäure, und man bemerkt den Geruch des Chlorschwefels. Giefst man etwas Wasser hinzu

und leitet noch mehr Chlorgas in die Flasche, so verschwindet der Geruch des Chlorschwefels, und es kommt ein sehr durchdringender Geruch nach Chlorcyan (*perchlorure*) zum Vorschein. Die Flüssigkeit besitzt einen sauren Geschmack, der hintennach beifsend rettigartig ist, und fällt die Barytsalze.

Der stinkende Geruch des Aethers verschwindet völlig, allein dem Ansehn nach ist er durch das Chlor nicht verändert worden. Der obige Körper, in welchen er verwandelt ist, scheint Chlorkohlenstoff zu seyn, welcher Chlorcyan in Auflösung enthält, wenigstens schmeckt er wie das letztere.

Jod löst sich in diesem Aether leicht, und, wie es scheint, ohne Veränderung auf. Der Aether färbt sich tief braunroth; durch Schütteln mit Wasser reagirt er nicht sauer und durch Kalilauge wird ihm das Jod sogleich entzogen, und der Aether scheidet sich farblos und mit seinem eigenthümlichen Geruch wieder ab.

Schwefel löst sich in dem kochenden Aether beinahe in jeder Quantität auf; so wie die Flüssigkeit etwas abgekühlt ist, scheidet sich aber ein grofser Theil in flüssigem Zustande wieder ab, und bei völligem Erkalten erstarrt das Ganze zu einer weifsen, strahligen, nadelförmigen Masse, die sich nach und nach in einzelne grofse, ziemlich durchsichtige Krystalle von Schwefel verwandelt.

Phosphor löst sich ebenfalls in der Wärme darin auf, und krystallisirt daraus beim Erkalten.

Nach dem Verhalten dieses Aethers gegen Chlor und Kalium ist er eine Verbindung von Schwefelcyan mit Kohlenwasserstoff; und was diese Meinung unterstützt, ist der Umstand, dafs man jederzeit bei seiner Darstellung die Bildung von schwefliger Säure bemerkt. Diefs beweist, dafs das Kalium des Schwefelcyankaliums sich nicht auf Kosten des Wassers in dem Alkohol, sondern auf Kosten der Schwefelsäure oxydirt.

Cyanigsaures Silberoxyd und Chlor. Leitet man

Chlor durch cyanigsaures Silberoxyd, welches im Wasser vertheilt ist, so bildet sich gleich von Anfang an Kohlensäure, welche in Bläschen entweicht, es erzeugt sich Chlorsilber, und die Flüssigkeit enthält Ammoniak. Der Theorie nach hätte sich bei dieser Zersetzung die von Serullas entdeckte Cyansäure bilden müssen.

Leitet man trocknes Chlorgas über trocknes cyanigsaures Silberoxyd, welches in einer weiten Glasröhre enthalten ist, die mit einem Ballon in Verbindung steht, so wird es beim Erhitzen vollständig zerlegt; es destillirt eine klare, farblose Flüssigkeit über, welche an der Luft raucht, weiſs und fest wird. Durch Zusatz von Wasser entsteht ein Aufbrausen; ein Theil des gebildeten weiſsen Körpers löst sich nicht im Wasser auf, und weder in dem Aufgelösten, noch in dem Rückstand läſst sich Ammoniak entdecken. Bei dieser Anwendung von vollkommen trocknen Substanzen erhält man nie ein Produkt, welches mit Cyansäure Aehnlichkeit besitzt. Leitet man aber feuchtes salzsäurefreies Chlorgas über feuchtes cyanigsaures Silberoxyd, so geht die Zersetzung rasch und unter Erwärmung vor sich; es entwickeln sich beim Erhitzen mit Heftigkeit eine Menge weiſser Dämpfe, welche sich in Gestalt eines flockigen Pulvers oder einer weiſsen festen Rinde in dem Ballon anlegen; es erzeugt sich dabei keine Spur von der erwähnten rauchenden Flüssigkeit.

Spült man diese Substanz mit etwas kaltem Wasser ab und löst sie alsdann in heiſsem Wasser auf, so erhält man nach dem Abdampfen weiſse glänzende Krystalle. Zuweilen setzt sich dabei eine weiſse flockige Substanz ab, welche die Krystalle trüb und undurchsichtig macht, allein durch Wiederauflösung erhält man sie rein und glänzend.

Diese Krystalle stimmen in ihrem Verhalten vollkommen mit der von Serullas entdeckten Cyansäure überein; sie lösen sich eben so schwer wie diese in kal-

tem Wasser auf, ihre Auflösung bewirkt in salpetersaurem Silberoxyde einen in Salpetersäure wieder auflöslichen Niederschlag. Mit Kalium zusammengeschmolzen, erhält man eine Salzmasse, welche, wenn die Menge des Kaliums gering war, sich in Salpetersäure mit Aufbrausen und dem Geruch der cyanigen Säure auflöst; bei viel Kalium schlägt sie saure Auflösungen von Eisenoxydsalzen blau nieder. Mit Kupferoxyd geglüht, erhält man ein Gasgemenge, welches 2 Kohlensäure auf 1 Stickgas enthält. Ich habe ferner Gelegenheit gehabt, diese Substanz mit einer Portion Cyansäure zu vergleichen, welche Hr. Serullas selbst dargestellt hat, und die ich Hrn. Gay-Lussac verdanke; auch die physischen Eigenschaften beider stimmen vollkommen überein.

Bei einem dieser Versuche erhielt ich keine Cyansäure, sondern einen weifsen flockigen Körper, welcher im Wasser viel auflöslicher war, als diese; ich habe ihn anfänglich für kohlensaures Ammoniak gehalten, allein Säuren verursacnten damit kein Aufbrausen; seine Auflösung im Wasser besafs einen säuerlichen, schrumpfenden Geschmack, und wurde durch Ammoniak in weifsen Flocken niedergeschlagen. Durch Behandlung des gelben Körpers, welcher nach der Zersetzung des Schwefelcyankaliums durch Chlor bei dem Chlorkalium zurückbleibt, mit Salpetersäure, erhält man, wie ich erwähnte, eine Substanz von weifser Farbe, die ein ähnliches Verhalten zeigt.

Giebt es, wie Serullas vermuthet, eine Verbindung von 2 Cyan mit 3 Chlor, so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs eine entsprechende Oxydationsstufe wird dargestellt werden können, und es ist möglich, dafs sie in diesem weifsen Körper, wenn er es nicht selbst ist, enthalten seyn kann.

Die Entstehung der Cyansäure auf diesem Wege beweist nicht nur die Richtigkeit ihrer Zusammensetzung, sondern auch die Genauigkeit der Analysen, welche

Wöhler und **Serullas** von der cyanigen und der Cyansäure geliefert haben.

Cyanigsaures Kali liefert, durch Chlor unter gleichen Umständen zersetzt, ähnliche Produkte, nur in geringerer Menge; es erzeugt sich aber dabei *jederzeit* eine gewisse Quantität von dem erwähnten weifsen Körper.

Knallsaures Silberoxyd und Chlor. Leitet man Chlorgas in knallsaures Silberoxyd, welches mit Wasser stark befeuchtet ist, so wird es gelb; es wird eine grofse Menge Chlorgas absorbirt, und nach vollendeter Zersetzung bemerkt man einen gelben öligen Körper, welcher auf dem Chlorsilber schwimmt, durch Schütteln mit mehr Wasser aber zu Boden sinkt.

Diese Substanz besitzt einen äufserst durchdringenden Geruch, welcher die Augen sehr schmerzhaft afficirt; der Geschmack ist durchdringend scharf und brennend, und lähmt beinahe die Zunge.

Schüttet man das Ganze mit dem Chlorsilber in eine Retorte und destillirt es, so geht noch vor dem Sieden des Wassers ein farbloser öliger Körper über, der wenig von seinem früheren Geruche verloren hat; man bemerkt bei dem Erhitzen mit Wasser eine Gasentwicklung. Dieses farblose Oel entwickelt, unter Wasser aufbewahrt, beständig Gasblasen, ist im Weingeist leicht auflöslich in Alkalien aber gar nicht. Setzt man zu einer weingeistigen Auflösung dieses Körpers Kali, und hernach eine Eisenoxydauflösung und eine Säure, so färbt sie sich grün.

Diese Eigenschaften beweisen, dafs das gelbe Oel mit dem Körper in eine Klasse gehört, welchen **Serullas** durch die Wirkung des Chlors auf feuchtes Cyanquecksilber im Sonnenlicht erhalten hat. Ueber seine Zusammensetzung wage ich kein Urtheil zu fällen, indem seine Wirkung auf die Respirationsorgane mir alle weiteren Versuche untersagte.

Bei der Zersetzung des Knallsilbers durch Chlor wird, wie ich mich durch besondere Versuche überzeugt

habe, keine Chlorsäure gebildet, auch entbindet sich dabei keine Kohlensäure. Der Sauerstoff des Silberoxyds und der Knallsäure mufs deshalb entweder in die Zusammensetzung des gelben Oels eingegangen seyn, oder es mufs sich Wasserstoffhyperoxyd gebildet haben; in letzterem Fall würde sich beim Erhitzen Sauerstoff entwikkeln, was ich nicht beobachtet habe.

Das Verhalten des Knallsilbers im Chlorgas giebt über die Art, wie die Bestandtheile der Knallsäure vereinigt sind, eben so wenig Licht, wie alle früheren Versuche; es könnte darnach eine Verbindung von cyansaurem Silberoxyd mit Cyansilber, oder von dem letzteren und Silberhyperoxyd seyn.

Gegen die letztere Hypothese spricht offenbar die Bildung des Knallsilbers, und gegen die erstere der Umstand, das Cyansilber in cyansaurem Kali nicht auflöslich ist, welches dem Bestehen von knallsauren Silberoxyd-Alkalien gemäfs geschehen müfste.

Durch Kochen von cyanigsaurem Silberoxyd mit Cyansilber wird zwar etwas von diesem aufgelöst, allein es scheidet sich beim Erkalten, als cyanigsaures Silberoxyd wieder ab.

Es schien mir nur noch ein Fall möglich zu seyn, welcher die verschiedenen Eigenschaften der Verbindungen der cyanigen Säure und der Knallsäure erklären würde, und diefs wäre die Voraussetzung, dafs das Knallsilber cyanigsaures Silber*oxydul* sey. Eine niedrigere Oxydationsstufe des Silbers, als das Silberoxyd, ist zwar bis jetzt noch nicht bekannt; allein die Existenz niedrigerer Cyan- und Chlorverbindungen, als das Cyan und Chlorsilber ist, so wie die Versuche von Faraday und Proust, scheinen dem Vorhandenseyn eines Silberoyduls nicht zu widersprechen. Der reducirenden Wirkung des Alkohols auf die Silbersalze liefse sich die Bildung des Silberoxyduls zuschreiben. Ich habe überdiefs schon früher gezeigt, dafs, wenn man durch Knallsilber eine zur völligen

Zersetzung unzureichende Menge Schwefelwasserstoff leitet, sich cyanige Säure entwickelt; diefs beweist nicht allein der unverkennbar durchdringende Geruch, sondern auch die Bildung weifser Nebel, wenn man Ammoniak in die Nähe des Glases bringt.

Diese Vorassetzungen beweisen immer noch nicht, dafs das Knallsilber Silberoxydul enthalte, und die folgenden Versuche lehren auf's Klarste, dafs die auffallenden Eigenschaften der Knallsalze in der Zusammensetzung der Säure zu suchen sind. Uebergiefst man nämlich Knallsilber mit den niedrigsten Schwefelungsstufen des Kaliums und Ammoniums, welche man durch Zersetzung des Schwefelbaryums vermittelst kohlensauren Kali oder Ammoniak erhält, so läfst sich die Abscheidung des Silberoxyds so vollkommen bewerkstelligen, dafs die Flüssigkeit weder durch Salzsäure getrübt, noch durch Silbersalze geschwärzt wird.

Die Verbindungen der Knallsäure mit Kali oder Ammoniak, die man auf diese Weise erhält, sind vollkommen neutral, und besitzen genau den Geschmack der cyanichtsauren Salze. Vermischt man sie frisch bereitet mit salpetersaurem Silberoxyd, welches freie Säure enthalten darf, so erhält man einen weifsen Niederschlag, welcher wiederhergestelltes Knallsilber ist; enthält die Flüssigkeit freies Schwefelkalium, so ist der Niederschlag schwarz oder grau, erhitzt man ihn aber mit Kali und giefst die alkalische Flüssigkeit in eine saure Silberauflösung, so erhält man ganz weifses Knallsilber.

Durch Behandlung von cyansaurem und cyanigsaurem Silberoxyd mit metallischem Silber, oder durch die Anwendung von reducirenden Mitteln, wie schwefligsaurem Ammoniak etc., habe ich ebenfalls kein Knallsilber aus dem cyansauren Silberoxyd erhalten.

Die Verbindung der Knallsäure mit Ammoniak liefert keinen Harnstoff; sie läfst sich eben so wenig wie die mit Kali ohne Zersetzug abdampfen.

Harnsäure und Chlor. Zur Darstellung der Harnsäure habe ich mich des Schlangenkoths bedient. Erhitzt man vollkommen trockne Harnsäure in trocknem Chlorgase, so erhält man eine aufserordentliche Menge cyaniger Säure und Salzsäure. Die Harnsäure verschwindet bis auf einen geringen kohligen Rückstand. In trocknem Chlorgas verändert sie sich in gewöhnlicher Temperatur nicht; ist sie aber befeuchtet, so schwillt sie auf, entwikkelt unter Aufblähen Kohlensäure und cyanige Säure. Sie ist beim Uebergiefsen mit Wasser nun vollständig darin auflöslich, und ihre Auflösung enthält Salzsäure, Ammoniak und viel Sauerkleesäure. Die Gegenwart der letzteren bei dieser Zersetzung ist schon länger bekannt, allein wenn sie hier ein Produkt ist, so ist diefs der einzige Fall, wo die Kleesäure durch die Wirkung des Chlors auf einen organischen Körper erzeugt wird.

Die Vermuthung, dafs die Harnsäure aus der Verbindung einer organischen Säure, wie Kleesäure oder Ameisensäure, mit cyaniger Säure und Ammoniak entstehen könne, wird nach der Entdeckung des künstlichen Harnstoffs nicht mehr zu sonderbar erscheinen; wenigstens habe ich in dieser Beziehung einige Versuche angestellt, die, obgleich dabei keine Harnsäure erhalten worden ist, dennoch eine solche Meinung wohl zu unterstützen vermögend sind.

Reibt man krystallisirte Kleesäure mit trocknem cyanigsauren Kali zusammen, so bemerkt man anfänglich einen starken Geruch nach Blausäure, der aber bald von dem durchdringenden Geruch der cyanigen Säure verdrängt wird. Durch Zusatz von wenig Wasser bläht sich die Masse heftig auf, und es entwickelt sich jetzt neben der cyanigen Säure Kohlensäure. Giefst man mehr Wasser hinzu, so löst sich nicht, wie man vermuthen sollte, alles vollständig auf, sondern es bleiben eine Menge weifse Flocken zurück, welche selbst in siedendem Wasser unauflöslich sind.

Dieser weifse Körper ist im trocknen Zustande pulvrig, und wird durch Säuren, selbst durch verdünnte Salpetersäure, nicht zersetzt; beim Glühen wird er zerstört und entwickelt dabei den Geruch des Cyans. In Ammoniak und Kali ist er auflöslich, bei seiner Auflösung im letzteren entwickelt sich kein Ammoniak. Versetzt man die letztere mit Essigsäure, so scheiden sich nach einigen Tagen Krystalle von saurem cyansauren Kali ab; die Flüssigkeit wird durch salzsauren Kalk getrübt.

Die Auflösung des weifsen Körpers in Kali liefert bei dem Abdampfen kurze, platte, 4seitige Nadeln oder Tafeln von cyansaurem Kali. Mit Kalium zusammengeschmolzen, erhält man eine Salzmasse, welche saure Eisenoxydauflösungen blau niederschlägt; es scheint, nach diesen Versuchen, eine chemische Verbindung von Kleesäure mit Cyansäure zu seyn.

Cyanigsaures Kali wird von aufgelöster Kleesäure zersetzt, ohne einen Rückstand zu hinterlassen.

Das Verhalten dieses weifsen Körpers besitzt einige Aehnlichkeit mit dem des Blasenoxyds (*cystic oxyde*); es wäre wohl werth gewesen, einige vergleichende Versuche mit demselben anzustellen, allein es stand mir von diesem seltenen Körper nichts mehr zu Gebote.

Uebergiefst man gepulvertes cyanigsaures Kali mit concentrirter Essigsäure, so bläht sich die Masse bei der Zersetzung heftig auf; nach einiger Zeit gesteht sie zu einem festen weifsen Brei. Giefst man Wasser hinzu, so bleibt ebenfalls ein weifser Rückstand, der sich aber nach und nach, und besonders in der Wärme, vollständig auflöst. Neutralisirt man die Flüssigkeit, welche der Theorie nach blos essigsaures Kali und Ammoniak (aus der Zersetzung der cyanigen Säure entstanden) enthalten sollte, mit Kali, und dampft ab, so erhält man eine bedeutende Menge von cyansaurem Kali. Ich halte diefs Verfahren zur Darstellung des cyansauren Kali's selbst für vortheilhaft, wenigstens für bequemer, als wenn man Chlorcyan anwen-

det; man könnte das cyansaure Kali mit salpetersaurem Silber fällen, das cyansaure Silber mit Salzsäure zerlegen, und durch Abdampfen daraus die Cyansäure darstellen.

Bei der Zersetzung des cyanigsauren Kali's bemerkt man wohl die Entwicklung von Kohlensäure und cyaniger Säure, allein den Geruch nach Blausäure habe ich nicht wahrgenommen.

Purpursäure und Chlor. Die Darstellung dieser Säure an und für sich ist ein Gegenstand, welcher mehr Aufmerksamkeit verdient, als ich ihm schenken konnte. Die Zersetzung der Harnsäure durch Salpetersäure weicht nämlich ganz und gar von den gewöhnlichen Erscheinungen ab, welche die Zersetzung eines organischen Körpers durch Salpetersäure begleiten. Erhitzt man Harnsäure mit ganz verdünnter Salpetersäure, so entsteht ein starkes Aufbrausen; die geringe Menge Salpetergas, welche man bemerkt, steht durchaus nicht im Verhältniſs zu der Quantität Kohlensäure, die entweicht. Unmittelbar nach dem Aufhören des Aufbrausens hat sich noch keine Purpursäure gebildet, denn durch Zusatz von Ammoniak wird sie nicht roth, die Flüssigkeit enthält aber Ammoniak; kocht man sie aber nur einige Minuten lang, so bewirkt in Ueberschuſs zugesetztes Ammoniak eine dunkelrothe Färbung, und beim Abdampfen erhält man daraus das durch sein Farbenspiel so sehr ausgezeichnete purpursaure Ammoniak.

Nach Prout's Analyse läſst sich die Harnsäure als eine Verbindung von cyaniger Säure mit Wasserstoff, und die Purpursäure als eine Verbindung von Cyansäure mit demselben Körper betrachten. Ich habe aber durch Chlor aus der Purpursäure durchaus keine Cyansäure darstellen können, obgleich sie leicht von demselben zersetzt wird; ich glaube mithin, daſs die Analyse derselben eine Wiederholung verdient.

Weinsteinsäure, Benzoësäure und Bernsteinsäure werden von Chlor auf nassem Wege kaum zersetzt; nur die

Essigsäure scheint durch Chlor eine Veränderung zu erleiden. Nachdem einige Stunden lang Chlorgas durch concentrirte Essigsäure geleitet worden war, entwickelte sich beim Erhitzen derselben ein sehr starker, die Augen sehr schmerzender Geruch. Ich habe versucht, diesen flüchtigen Körper durch Destillation daraus darzustellen, aber nichts wie Essigsäure erhalten, die durch beigemischtes Chlor die Eigenschaft besafs, Pflanzenfarben zu bleichen. Der Theorie nach sollte sich aus Essigsäure, durch die Einwirkung des Chlors, Bernsteinsäure erzeugen, und wenn die Analysen beider Säuren richtig sind, so sollte man es auch erwarten können. Ich war auch überrascht, zu sehen, dafs die Essigsäure, durch welche Chlorgas geleitet worden war, nach der Sättigung mit Ammoniak die Eisenoxydsalze dunkel braunroth färbte; allein ich fand, dafs diese Eigenschaft allen auflöslichen essigsauren Salzen zukommt. Sie theilt dieselbe ferner mit der schwefligen Säure und mit den schwefligsauren Salzen; die letzteren verwandeln dabei die Eisenoxydsalze jederzeit in Oxydulsalze.

Wasserfreies essigsaures Silberoxyd wird durch trocknes Chlor augenblicklich und unter Erhitzung zerlegt; die hiebei entstehenden Produkte sind aber alle gasförmig. Eben so verhält sich ameisensaures, bernsteinsaures und weinsteinsaures Silberoxyd.

Zucker, Gummi und Stärke werden durch Chlor oder durch chlorigsaure Salze sehr schwer zersetzt. Ich habe durch Auflösungen dieser Körper 8 Stunden lang unausgesetzt Chlorgas geleitet, aber kaum $\frac{1}{20}$ war davon zersetzt; ich habe kein anderes Produkt als Kohlensäure dabei wahrgenommen. Trockner Zucker, Stärke oder Gummi werden in feuchtem oder trocknem Chlorgase, selbst bei einer Temperatur von 100°, nicht verändert; der Zucker allein nahm, ohne seine Form zu verändern, in feuchtem Chlorgas einen starken Geruch nach Salzäther an. Cyansilber, so wie Cyanblei, werden durch

Chlor bei Gegenwart von Wasser in Cyan, welches entweicht, und in Chlormetalle zerlegt; so lange die Cyanmetalle noch nicht vollständig zerlegt sind, bemerkt man nicht die Entstehung von Chlorcyan.

Vermischt man eine Auflösung von Cyanquecksilber mit chlorigsaurem Kalk, so bleiben die Flüssigkeiten anfangs klar; nach einigen Secunden oder Minuten bilden sich aber weifse Wolken, die sich schnell verbreiten; es entsteht ein heftiges Aufbrausen, und es entweicht Stickstoff, Kohlensäure und etwas Cyan. Eine Oxydationsstufe des Cyans bildet sich dabei nicht; der weifse Niederschlag ist kohlensaurer Kalk. Die Wirkung des Chlors auf feuchtes Cyanquecksilber ist durch die Versuche von Serullas bekannt. Reines Berlinerblau mit einer Auflösung von chlorichtsaurem Kalk erhitzt, wird schnell unter Aufbrausen zerlegt. Die Flüssigkeit ist neutral, besitzt eine braunrothe Farbe, und schlägt die Eisenoxydulsalze blau nieder; sie giebt abgedampft Krystalle von chlorsaurem Kali, ein Beweis, dafs Kali in dem Berlinerblau enthalten ist.

Nachschrift. In dem Augenblicke, wo die so eben geschlossene reichhaltige Abhandlung dem Drucke übergeben werden soll, erhalte ich, auf Veranlassung einer früheren Mittheilung von mir, ein Schreiben von Hrn. Liebig, worin derselbe mich ersucht, noch die folgenden Zeilen zur allgemeinen Kenntnifs zu bringen.

»Ich habe die Absicht gehabt alle zeitherigen Untersuchungen über die Harnsäure zu wiederholen, habe aber diese Arbeit eingestellt, seit ich durch Sie in Erfahrung gebracht, dafs Hr. Prof. Wöhler, ohne von diesem Vorhaben etwas zu wissen, sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigt. Ich begnüge mich zu bemerken, dafs Hr. Prof. Wöhler die brenzliche Harnsäure für Cyansäure erkannt hat; ein Resultat, welches ich bestä-

tigen kann, obgleich es für mich leicht wäre zu beweisen, dafs ich vor Empfang dieser Nachricht darauf gekommen bin, und auf einem Wege, der ohne Zweifel gänzlich verschieden ist von dem, welchen Prof. Wöhler eingeschlagen hat.«

Indem ich hier diese Zeilen, dem Wunsche ihres Verfassers gemäfs, der Oeffentlichkeit übergebe, darf ich wohl hinzusetzen, dafs dieselben wesentlich in Rücksicht auf ein gröfseres Publicum geschrieben sind, welches, unbekannt mit dem freundschaftlichen Verhältnisse zwischen den HH. Prof. Liebig und Wöhler, vielleicht in den mannigfaltigen Berührungen der Arbeiten dieser ausgezeichneten Chemiker eine Absichtlichkeit zu erblicken glauben könnte, die in der That beiderseits nicht vorhanden ist. Prof. Wöhler wird, sobald es seine Mufse erlaubt, die angefangene Arbeit vollenden, und, wie wir hoffen, findet sich auch dann Hr. Prof. Liebig veranlafst, die seinige wieder aufzunehmen, von deren Fortsetzung wir nur die interessantesten Resultate erwarten können. *P.*

II. *Ueber die Veränderungen, welche Metalle bei Erhitzung in Ammoniakgas erleiden.*

Wovon die Veränderungen abhängen, welche die Metalle in ihren physicalischen Eigenschaften durch Erhitzung in Ammoniakgas erleiden, sagt Hr. Despretz in einer der Pariser Academie überreichten Uebersicht seiner Arbeiten, weifs man noch nicht. Ich habe gefunden, dafs dabei eine beträchtliche Abnahme der Dichte stattfindet, und dafs das Eisen dabei bis an 11 Procent Stickstoff aufnimmt. Sehr oft entweicht das Gas, im Moment, wo es sich mit dem Metall verbindet, und, wenn man den Versuch bei einer unter dem Schmelzpunkt liegenden Temperatur anstellt, bleiben die Theilchen dieses Metalls gesondert zurück. Cohäsion, Dichte und Verhalten zum Licht sind dann nothwendig verändert.

III.

III. *Ueber die in der Natur vorkommenden nicht oxydirten Verbindungen des Antimons und des Arseniks; von* Heinrich Rose.

(Schluſs).

II. Doppel unterantimonicht und arsenichtschweflichte Verbindungen.

1) *Bournonit.* Dieses Fossil, das an mehreren Orten vorkommt, scheint immer dieselbe Zusammensetzung zu haben. Ich habe ausgezeichnete Krystalle des Bournonits vom Pfaffenberge bei Neudorf im östlichen Harze untersucht, welche ich von Hrn. Ober-Bergrath Zinken erhielt, und folgende Zusammensetzung gefunden:

Schwefel	20,31
Antimon	26,28
Blei	40,84
Kupfer	12,65
	100,08.

Die Schwefelmengen, welche das Antimon, das Blei und das Kupfer aufnehmen, sind 9,83; 6,34 und 3,21; sie verhalten sich wie 3:2:1, woraus folgende Formel für die Zusammensetzung des Bournonits folgt: $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}{}^3\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}+2\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}{}^3\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}$. Auch Berzelius hat schon diese Formel aus einer Analyse von Hatchett *) abgeleitet, die ziemlich mit der meinigen übereinstimmt.

2) *Polybasit*, eine neue Species. Dieses Fossil wurde bisher mit dem Sprödglaserz verwechselt, doch unterscheidet es sich von diesem durch seine Krystallform und Zusammensetzung. Mein Bruder machte mich auf den Unterschied zwischen dieser Species und dem

*) *Mineralogy by W. Phillips, p.* 336.

Sprödglaserze aufmerksam, und theilte mir die folgenden Beobachtungen mit. Die Krystalle dieser neuen Species sind reguläre sechsseitige Prismen, die gewöhnlich niedrig und tafelartig, und an den Enden mit gegen die Axe rechtwinklichten Flächen begränzt sind. Die Seitenflächen sind in die Quere gestreift, man kann aber noch recht gut ihre Neigung gegen einander, die 120° beträgt, mit dem Reflexionsgoniometer messen. Die gegen die Axe rechtwinklichten Flächen sind parallel den Flächen eines gleichseitigen Dreiecks, oder parallel den abwechselnden Endkanten des sechsseitigen Prisma's gestreift. Hieraus ergiebt sich, dafs die Krystalle rhomboëdrisch seyn müssen, wenn gleich mein Bruder bestimmte Rhomboëderflächen nicht deutlich wahrnehmen konnte. Spaltungsrichtungen sind nicht zu bemerken, der Bruch ist uneben. Die Krystalle sind eisenschwarz, stark metallisch-glänzend, sowohl im Bruch, als auch meistenstheils auf den Krystallflächen; der Strich ist unverändert. Sie sind milde, die Härte ist zwischen der des Steinsalzes und des Kalkspaths; das specifische Gewicht von dem Polybasit von Guarisamey in Durango in Mexico ist 6,214 bei einer Temperatur von $10\frac{1}{2}$ ° R.

Der Polybasit kömmt theils krystallisirt vor in aufgewachsenen Krystallen, theils derb und eingesprengt. Er findet sich auf Gängen, und kömmt, nach den Stücken zu schliefsen, die sich in der königlichen Mineraliensammlung in Berlin befinden, zu Guanaxuato in Mexico, von woher sie Hr. Alexander v. Humboldt mitgebracht hat, und zu Guarisamey in Durango in Mexico, mit krystallisirtem Kupferkies und Kalkspath vor; am letztern Orte noch mit Stilbit, der dem von Andreasberg sehr ähnlich ist. Wahrscheinlich gehören auch die sechsseitigen tafelförmigen, auf der Endfläche gestreiften Krystalle von der Grube Morgenstern bei Freiberg hierher.

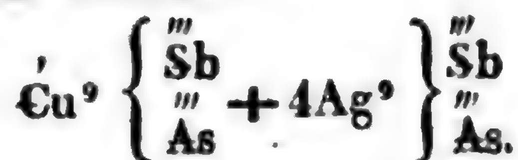
Der Polybasit wurde bis jetzt mit dem Sprödglaserze verwechselt. Werner beschrieb die Krystalle des-

selben als reguläre sechsseitige Prismen, doch zeigte Mohs später *), dafs diese sechsseitigen Prismen des Sprödglaserzes geschobene vierseitige Prismen mit abgestumpften, scharfen Seitenkanten sind, die in den Winkeln den regulären nur nahe kommen. Da nun wirklich unter dem Werner'schen Sprödglaserz auch reguläre sechsseitige Prismen vorkommen, so würde es vielleicht zweckmäfsig gewesen seyn, wenn man diesen Krystallen den Namen Sprödglaserz gelassen hätte; doch weil seit Mohs die Bestimmungen desselben für das Sprödglaserz angenommen sind, so ist es gut, dieser Species einen neuen Namen zu geben.

Die Analyse des Polybasits von Guarisamey in Durango in Mexico gab folgendes Resultat:

Schwefel	17,04
Antimon	5,09
Arsenik	3,74
Silber	64,29
Kupfer	9,93
Eisen	0,06
	100,15.

Die Schwefelmengen, welche das Antimon und das Arsenik aufnehmen, um Schwefelantimon und Schwefelarsenik zu bilden, sind: 1,90 und 2,40, oder zusammengenommen 4,30. Das Silber nimmt 9,56 Th. Schwefel auf, um Schwefelsilber, und das Kupfer 2,53 Th. Schwefel, um Schwefelkupfer zu bilden. Die Schwefelmengen in den electropositiven Schwefelmetallen zusammengenommen sind daher dreimal so grofs, als die in den electronegativen; die Schwefelmengen des Schwefelsilbers und des Schwefelkupfers verhalten sich ungefähr wie 4:1. Die Formel für die Zusammensetzung kann daher folgendermafsen ausgedrückt werden:



*) Grundrifs der Mineralogie, Bd. II. p. 587.

In dieser Verbindung ist daher das Schwefelantimon und das Schwefelarsenik mit der gröfsten Quantität von Base verbunden. Diefs hat zu dem Namen des Fossils Veranlassung gegeben. Es ist hergeleitet von *πολύς* und *βάσις*.

Da es möglich ist, wie weiter unten gezeigt werden soll, dafs Schwefelsilber und Schwefelkupfer im Minimum von Schwefel isomorph seyn, und sich daher in allen Verhältnissen vertauschen können, so würde, wenn sich diefs bestätigen sollte, der Polybasit zu den einfachen unterantimonicht- und arsenichtschweflichten Verbindungen gezählt werden müssen.

3) *Fahlerz.* Diese Species bildet so zahlreiche Varietäten, welche in der chemischen Zusammensetzung so merklich von einander abweichen, dafs, wenn sie nicht alle dieselbe Krystallform hätten, man sie nicht für eine Species gehalten haben würde. Das Verhältnifs der Bestandtheile in den Fahlerzen von verschiedenen Fundorten ist so mannigfaltig, dafs es nicht zwei Fahlerze von verschiedenen Stellen giebt, welche ganz dieselbe Zusammensetzung haben. Sie weichen in der Zusammensetzung mehr von einander ab, als die verschiedenen Varietäten anderer Species, in welchen ebenfalls isomorphe Bestandtheile in mannigfaltigen Verhältnissen sich umtauschen; denn es giebt Varietäten vom Pyroxen, Amphibol und Granat von verschiedenen Fundorten, die aber doch gleiche Zusammensetzung haben.

Die Fahlerze, welche ich zur Analyse anwandte, waren alle krystallisirt, und von der gröfsten Reinheit; es wurden auch nur die Krystalle selbst zur Analyse angewandt. Um eine richtige Vorstellung von der chemischen Zusammensetzung der Fahlerze zu erhalten, war es nöthig, eine grofse Menge derselben zu untersuchen.

a) Fahlerz von St. Marie aux Mines (Markirchen) *im Elsafs.* Es kommt dort auf Gängen mit krystallisir-

tem Quarz und Braunspath vor. Der Strich ist schwarz. Das Resultat der Analyse ist folgendes:

Schwefel	26,83
Antimon	12,46
Arsenik	10,19
Eisen	4,66
Zink	3,69
Silber	0,60
Kupfer	40,60
Quarz	0,41
	99,44.

b) Fahlerz von Gersdorf bei Freiberg. Es findet sich mit krystallisirtem Flufsspath und Schwerspath auf Gängen im Gneus. Der Strich ist schwarz. Die Analyse gab folgendes Resultat:

Schwefel	26,33
Antimon	16,52
Arsenik	7,21
Eisen	4,89
Zink	2,76
Silber	2,37
Kupfer	38,63
	98,71.

Es mufs hierbei bemerkt werden, dafs der Silbergehalt gröfser angegeben worden ist, als er im Fahlerze ist. Das bei der Analyse erhaltene Chlorsilber enthielt nämlich eine bedeutende Menge Bergart, die nicht davon getrennt wurde.

c) Fahlerz von Kapnik in Ungarn. Es kommt in sehr ausgebildeten Krystallen mit krystallisirtem Quarze, Bleiglanz, Schwefelkies und gelber krystallisirter Blende vor. Der Strich ist dunkelroth. Das Resultat der Analyse war folgendes:

Schwefel	25,77
Antimon	23,94
Arsenik	2,88
Eisen	0,86
Zink	7,29
Silber	0,62
Kupfer	37,98
	99,34.

d) Fahlerz von Dillenburg. Es findet sich auf Gängen in der Grauwacke, in der Grube Aurora bei Dillenburg. Der Strich ist kirschroth. Die Tetraëder sind in manchen Stufen mit Kupferkies durchwachsen, in andern Stufen aber rein; es wurde natürlich nur von letzteren zur Analyse angewandt. Das erhaltene Resultat ist folgendes:

Schwefel	25,03
Antimon	25,27
Arsenik	2,26
Eisen	1,52
Zink	6,85
Silber	0,83
Kupfer	38,42
	100,18.

e) Fahlerz von Zilla bei Clausthal. Es krystallisirt in Tetraëdern, die gewöhnlich mit Kupferkies überzogen sind; dieser bildet eine dünne Rinde, die sich indessen abheben läfst, wodurch dann aber die Oberfläche der Krystalle rauh erscheint. Es kommt diefs Fahlerz mit krystallisirtem Bleiglanze, oft innig damit durchwachsen, mit Spatheisenstein und Braunspath auf Gängen in der Grauwacke vor. Der Strich ist sehr dunkelroth. Die Analyse gab folgendes Resultat:

Schwefel	24,73
Antimon	28,24
Eisen	2,27
Zink	5,55
Silber	4,97
Kupfer	34,48
	100,24.

f) Fahlerz von der Grube Wenzel bei Wolfart im Fürstenbergischen. Es kömmt mit krystallisirtem Schwerspath und wenigem Bleiglanz auf Gängen im talkigen Gneus vor. Der Strich ist schwarz. Das Resultat der Analyse ist folgendes:

Schwefel	23,52
Antimon	26,63
Eisen	3,72
Zink	3,10
Silber	17,71
Kupfer	25,23
	99,91.

g) Fahlerz von Habacht-Fundgrube bei Freiberg. Ich verdanke die Stücke dieses Fahlerzes, welche zur Analyse angewandt wurden, dem Herrn Bergmeister von Weissenbach. Es wird in Freiberg *krystallisirtes Weifsgültigerz* genannt; wahrscheinlich hält man es wegen seines grofsen Silbergehalts für Weifsgültigerz; in der Zusammensetzung aber hat es durchaus keine Aehnlichkeit mit den Weifsgültigerzen von Freiberg, welche Klaproth *) untersuchte, und darin eine grofse Menge Blei, hingegen kein Kupfer fand. — Das von mir untersuchte Fossil krystallisirt in Tetraëdern, und kömmt, nach den Mittheilungen des Hrn. v. Weissenbach, mit Bleiglanz, Kupferkies, Rothgülden, Braunspath, Manganspath,

*) Beiträge, Bd. I. S. 166.

Blende und Quarz vor. Der Strich desselben ist schwarz. Das Resultat der Analyse ist folgendes:

Schwefel	21,17
Antimon	24,63
Eisen	5,98
Zink	0,99
Silber	31,29
Kupfer	14,81
	98,87.

Bei einer genaueren Ansicht dieser Analysen scheint mir folgendes bemerkenswerth zu seyn: Der Schwefelgehalt vermehrt sich in diesen verschiedenen Fahlerzen mit der zunehmenden Menge des Arseniks; eine Thatsache, die nicht auffallend ist, da Schwefelantimon und Schwefelarsenik sich hier offenbar als isomorphe Substanzen umtauschen, und da letzteres mehr Schwefel enthält als ersteres. Der Eisengehalt vermehrt sich, wenn der Zinkgehalt sich vermindert, und umgekehrt; hieraus folgt, dafs Zink und Eisen auf derselben Schwefelungsstufe in den Fahlerzen enthalten sind, und dafs sich Schwefelzink und Schwefeleisen in ihnen eben so vertauschen können, wie Schwefelantimon und Schwefelarsenik. Man sieht ferner, dafs, wenn der Silbergehalt in den Fahlerzen sich vermehrt, sich in demselben Maafse der Kupfergehalt vermindert.

Um eine deutliche Vorstellung von der chemischen Zusammensetzung der Fahlerze zu geben, ist es nöthig, dafs die Schwefelmengen, welche die Metalle aufnehmen, mit einander verglichen werden. Da Eisen in ihnen auf derselben Schwefelungsstufe wie das Zink stehen mufs, so ist in nachfolgender Uebersicht angenommen, dafs das Eisen mit eben so viel Atomen Schwefel verbunden ist (62,77 Th. Eisen gegen 37,23 Th. Schwefel); das Zink ist in das Verhältnifs zum Schwefel gestellt, wie in der einzigen Schwefelverbindung des Zinks, die man kennt, und

das Kupfer in das Verhältnifs zum Schwefel, dafs 2 At. des ersteren mit einem des letzteren verbunden sind; es ist diefs die Schwefelungsstufe des Kupfers, welche fast allein in der Natur vorkommt.

Es soll hier zunächst nur die Zusammensetzung der nicht silberhaltigen Fahlerze betrachtet werden. Es gehören hierzu die vier zuerst angeführten Varietäten, das Fahlerz von St. Marie aux Mines, das von Gersdorf, das von Kapnik und das von Dillenburg. In diesen ist der Silbergehalt so gering, dafs er nicht in Betracht kommen kann. Es ist oben schon angeführt worden, dafs der Silbergehalt bei der Analyse des Fahlerzes von Gersdorf zu hoch angegeben worden ist.

In diesen vier Fahlerzen nehmen die Metalle folgende Mengen von Schwefel auf:

Fahlerz von St. Marie aux Mines.

Das Antimon	sättigt	4,66	Theile	Schwefel
- Arsenik	-	6,54	-	-
- Eisen	-	2,76	-	-
- Zink	-	1,84	-	-
- Kupfer	-	10,32	-	-
		26,12.		

Fahlerz von Gersdorf.

Das Antimon	sättigt	6,18	Theile	Schwefel
- Arsenik	-	4,63	-	-
- Eisen	-	2,90	-	-
- Zink	-	1,38	-	-
- Kupfer	-	9,82	-	-
		24,91.		

Fahlerz von Kapnick.

Das	Antimon	sättigt	8,96	Theile	Schwefel
-	Arsenik	-	1,85	-	-
-	Eisen	-	0,51	-	-
-	Zink	-	3,64	-	-
-	Kupfer	-	9,65	-	-
			24,61.		

Fahlerz von Dillenburg.

Das	Antimon	sättigt	9,46	Theile	Schwefel
-	Arsenik	-	1,45	-	-
-	Eisen	-	0,90	-	-
-	Zink	-	3,42	-	-
-	Kupfer	-	9,47	-	-
			24,70.		

Vergleicht man die Schwefelmengen, welche das Schwefelantimon und das Schwefelarsenik zusammengenommen enthalten, mit denen, welche das Eisen, Zink und Kupfer zusammengenommen aufnehmen, so findet man, dafs sie sich nahe wie 3:4 verhalten. Vergleicht man ferner die Schwefelmengen des Schwefeleisens und Schwefelzinks mit denen des Schwefelkupfers, so sieht man, dafs sie sich wie 1:2 verhalten. Nimmt man an, dafs eine kleine Menge Kupfer in den Fahlerzen auf einer analogen Schwefelungsstufe stehe, wie das Zink und Eisen, so verhalten sich die Schwefelmengen der verschieden zusammengesetzten basischen Schwefelmetalle noch näher wie 1:2. Diese Annahme erhält dadurch noch eine gröfsere Wahrscheinlichkeit, dafs dann die Schwefelmenge aller Schwefelmetalle etwas gröfser ausfällt, und dem gefundenen Resultate gleich kömmt.

Bezeichnet man Schwefelantimon und Schwefelarsenik mit $\overset{'''}{R}$, Schwefeleisen und Schwefelzink mit $\overset{'}{R}$ und Schwefelkupfer mit $\overset{'}{R}$, so kann die Zusammensetzung der

nicht silberhaltigen Fahlerze folgendermafsen ausgedrückt werden: $\overset{\prime}{R}{}^4\overset{\prime\prime\prime}{R}+2\overset{\prime}{R}{}^4\overset{\prime\prime\prime}{R}$. Da in den neutralen unterantimonicht- und arsenichtschweflichten Schwefelsalzen sich die Schwefelmengen im Schwefelantimon und Schwefelarsenik zu denen der basischen Schwefelmetalle verhalten wie 3:2, so bestehen die Fahlerze aus einem Schwefelsalze, in welchem die basischen Schwefelmetalle noch einmal so viel Schwefel enthalten, wie diefs in der neutralen Verbindung der Fall ist.

Schwerer läfst sich die Zusammensetzung der silberhaltigen Fahlerze erklären. In der nachfolgenden Uebersicht ist angenommen worden, dafs Eisen, Zink und Kupfer auf derselben Schwefelungsstufe stehen, wie in den nicht silberhaltigen Fahlerzen, und dafs das Silber mit so viel Schwefel verbunden ist, wie in der bis jetzt allein bekannten Schwefelverbindung des Silbers.

Fahlerz von Zilla.

Das Antimon	sättigt	10,57	Theile	Schwefel
- Eisen	-	1,35	-	-
- Zink	-	2,77	-	-
- Silber	-	0,74	-	-
- Kupfer	-	8,77	-	-
		24,20.		

Fahlerz von Wenzel.

Das Antimon	sättigt	9,96	Theile	Schwefel
- Eisen	-	2,21	-	-
- Zink	-	1,54	-	-
- Silber	-	2,63	-	-
- Kupfer	-	6,41	-	-
		22,75.		

Sogenanntes Weifsgültigerz von Freiberg.

Das	Antimon sättigt	9,22	Theile	Schwefel
-	Eisen -	3,54	-	-
-	Zink -	0,49	-	-
-	Silber -	4,66	-	-
-	Kupfer -	3,76	-	-
		21,67.		

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich, dafs sich Schwefelsilber und Schwefelkupfer in diesen Fahlerzen vertauschen können. Auch erhält man für die Zusammensetzung dieser Fahlerze dieselbe Formel, wie für die nicht silberhaltigen, wenn man den Schwefelgehalt des Schwefelsilbers und des Schwefelkupfers zusammengenommen mit dem des Schwefeleisens und des Schwefelzinks vergleicht. Aus der Analyse des sogenannten Weifsgültigerzes ersieht man, dafs die Schwefelmenge des Schwefeleisens und des Schwefelzinks die Hälfte von der des Schwefelkupfers und des Schwefelsilbers ausmacht; man sieht ferner, dafs die Schwefelmenge der basischen Schwefelmetalle sich zu der des Schwefelantimons wie 4:3 verhält, und dafs die berechnete Schwefelmenge aller Schwefelmetalle mit der übereinstimmt, welche die Analyse angegeben hat. Wenn man daher annehmen wollte, dafs Schwefelsilber und Schwefelkupfer sich in ihren Verbindungen vertauschen könnten, so könnte unzweideutig die chemische Zusammensetzung dieses silberhaltigen Fahlerzes durch dieselbe Formel, wie die der nicht silberhaltigen Fahlerze, ausgedrückt werden.

Auch die Zusammensetzung der Fahlerze von Wenzel und von Zilla könnte auf dieselbe Weise ausgedrückt werden, wenn man annehmen wollte, dafs ein kleiner Theil des Kupfers als Schwefelkupfer im Maximum von Schwefel, das mit Schwefelzink und Schwefeleisen isomorph ist, in ihnen enthalten sey.

Aber wenn auch durch die Annahme, dafs Schwe-

felkupfer und Schwefelsilber sich in Verbindungen vertauschen können, die Zusammensetzung der silberhaltigen Fahlerze in gute Uebereinstimmung mit der der nicht silberhaltigen gebracht werden kann, so ist doch eine solche Annahme nicht so wahrscheinlich, daſs sie bei der Berechnung der chemischen Analyse von einer Verbindung zu Grunde gelegt werden darf. Wenn zwei nicht einfache Körper isomorph seyn sollen, so müssen sie eine analoge Zusammensetzung haben. Man nimmt indessen jetzt nach Berzelius an, daſs im Schwefelsilber ein Atom Silber mit einem Atom Schwefel; in dem Schwefelkupfer im Minimum von Schwefel hingegen, von welchem hier die Rede ist, zwei Atome Kupfer mit einem Atom Schwefel verbunden sind. Diese Annahme gründet sich darauf, daſs das Silberoxyd, welches mit dem Schwefelsilber analog zusammengesetzt ist, eine starke Base, wie das Kupferoxyd und andere Metalloxyde, ist, in denen ein Atom des Metalls mit einem Atom Sauerstoff verbunden ist; sie beruht auch darauf, daſs die groſse Leichtigkeit, womit das Superoxyd des Silbers seinen Sauerstoff abgiebt, zu zeigen scheint, daſs dasselbe mehr als ein Atom Sauerstoff gegen ein Atom Silber enthalte *). Wenn aber Schwefelsilber mit dem Schwefelkupfer im Minimum des Schwefels isomorph seyn sollte, so müſste das Silberoxyd eine dem Kupferoxydul analoge Zusammensetzung haben, und das bis jetzt angenommene Atomengewicht des Silbers müſste um die Hälfte verringert werden.

Für diese Annahme spricht die Aehnlichkeit in den chemischen Eigenschaften zwischen dem Chlorsilber und dem Quecksilberchlorür, ganz vorzüglich aber der Umstand, daſs Dulong und Petit bei ihren Untersuchungen über die Wärme gefunden haben, daſs nach der von ihnen gefundenen specifischen Wärme des Silbers ein Atomengewicht dieses Metalles nur halb so groſs seyn

*) Poggendorff's Annalen, Bd. VIII. S. 180.

müfste, als das, welches Berzelius jetzt angenommen hat *). Berzelius selbst legt hierauf so viel Gewicht, dafs ihn nur die Aehnlichkeit in dem specifischen Gewichte des Silbers und des Blei's, und die Aehnlichkeit in den chemischen Eigenschaften zwischen dem Chlorsilber und dem Chlorblei bewegen konnten, ein Atomengewicht für das Silber anzunehmen, das dem des Bleies analog ist. Ein anderer Grund, doch kein entscheidender, für die Annahme von Berzelius ist auch noch der, dafs Glaserz und Kupferglas nicht isomorph sind. Indessen betrachtet Berzelius die Sache bis auf Weiteres noch als unentschieden **).

Es wäre sehr anmafsend von mir, aus der chemischen Analyse einer Reihe von in der Natur vorkommender Verbindungen von derselben Krystallform, deren Zusammensetzung aber nicht sehr einfach ist, über diesen wichtigen Punkt in der Atomentheorie entscheiden zu wollen. Denn wichtig ist in der That dieser Punkt, da man, wenn das Atomengewicht des Silbers halb so grofs angenommen wird, als es Berzelius in der neusten Bestimmung der Atomengewichte gethan hat, und man sich deshalb das Silberoxyd aus zwei Atomen Metall und einem Atom Sauerstoff zusammengesetzt denkt, man auch ähnliche Annahmen hinsichtlich der Alkalien machen mufs, da Silberoxyd und Natron in ihren entsprechenden Verbindungen isomorph sind ***).

Um daher nicht in einer so wichtigen Sache entscheiden zu müssen, enthalte ich mich eines Urtheils über die chemische Zusammensetzung der silberhaltigen Fahlerze.

Was den verschieden gefärbten Strich der Fahlerze betrifft, so scheint der rothe Strich einiger Fahlerze von einer gröfseren Menge von Schwefelzink, oder vielmehr

*) *Annales de chimie, T. X. p.* 403.

**) Poggendorff's Annalen, Bd. VIII. S. 181.

***) Ebend. Bd. VII. S. 200. und Bd. XII. S. 138.

von unterantimonicht oder arsenichten Schwefelzink herzurühren; denn nur die Fahlerze, in welchen die gröfste Menge Zink gefunden wurde, zeigten einen rothen Strich. Ich mufs übrigens bemerken, dafs es sehr schwer ist, einen sehr dunkelrothen Strich von einem schwarzen zu unterscheiden.

Aus den hier mitgetheilten Analysen der in der Natur vorkommenden unterantimon- und arsenichtschweflichten Schwefelsalze ergiebt sich, dafs das Schwefelantimon und das Schwefelarsenik wie alle schwachen electronegativen Substanzen eine grofse Reihe von Schwefelsalzen mit Schwefelbasen bilden können. Die Untersuchungen haben ergeben, dafs es nicht weniger als folgende sieben verschiedene Sättigungsgrade giebt, von denen aufser der neutralen Verbindung zwei übersättigt und vier basisch sind.

	Verhältnifs des Schwefels in der Schwefelbase zu dem im Schwefelantimon und Schwefelarsenik.
Uebersättigte Schwefelsalze.	
1) Zinkenit und Miargyrit	1:3
2) Jamesonit und Berthierit	1:2
Neutrales Schwefelsalz.	
3) Federerz	1:1½
Basische Schwefelsalze.	
4) Rothgültigerze und Bournonit	1:1
5) Fahlerze	1:¾
6) Sprödglaserz	1:½
7) Polybasit	1:⅓

Unter den in der Natur vorkommenden electronegativen Substanzen giebt es keine, Kieselsäure vielleicht ausgenommen, die eine so grofse Reihe von verschiedenen Sättigungsgraden mit basischen Körpern bildet.

III. Antimon- und Arsenik-Schwefelmetalle.

Zu dieser Klasse von Verbindungen gehören zwei Reihen, die bei gleicher oder vielmehr analoger Zusammensetzung verschiedene Krystallform haben. Zu der einen Reihe gehört der Arsenikkies, der aus Schwefeleisen im Maximum von Schwefel und Arsenikeisen im Maximum von Arsenik besteht. Es kann in ihm manchmal das Eisen durch Kobalt ersetzt werden; denn in einem Arsenikkies von Hokambo in Schweden fand ich einige Procent Kobalt.

Zu der andern Reihe gehört der Glanzkobalt, der Nickelglanz, und, wie mein Bruder kürzlich dargethan hat, auch das Nickelspiefsglanzerz *). Im Glanzkobalt ist Kobalt oft mehr oder weniger durch Eisen ersetzt; ich habe in einem Glanzkobalt von Hokambo in Schweden etwas mehr Eisen gefunden, als Stromeyer im Glanzkobalt von Tunaberg und Modom angiebt. Dafs in diesen Verbindungen aber auch das Arsenik durch Antimon ersetzt werden kann, beweist die Zusammensetzung des Nickelspiefsglanzerzes.

Ich habe das Nickelspiefsglanzerz von der Grube Landescrone im Siegenschen analysirt. Es findet sich hier mit Spatheisenstein und mit Bleiglanz, wovon es schwer zu trennen ist, da es denselben vollkommen rechtwinklichten Blätterdurchgang hat.

Die Antimon- und Arsenik-Schwefelmetalle werden, wie die Arsenikmetalle allein, durch Chlorgas weit langsamer zersetzt, als die Schwefelverbindungen des Antimons und des Arseniks, von denen im zweiten Abschnitt die Rede war. Ist die Menge der zur Untersuchung angewandten Verbindung nur etwas bedeutend, so hält es schwer sie ganz vollständig zu zersetzen, selbst wenn man das Chlorgas sehr lange darüber leitet. Berzelius liefs

*) Poggendorff's Annalen, Bd. XIII. S. 168.

liefs bei der Analyse des Nickelglanzes über eine Quantität derselben von $4\frac{1}{2}$ Grm., die gepulvert war, 12 Stunden hindurch Chlorgas streichen, während er sie erhitzte; dennoch wurden nur 3 Grm. der Verbindung zerlegt, und $1\frac{1}{2}$ Grm. blieben unverändert. Dasselbe fand ich bei Analysen des Glanzkobalts und mehrerer Arsenikmetalle. Enthalten diese Verbindungen aufser Arsenik und Antimon keine andere Metalle, deren Oxyde aus ihren sauer gemachten Auflösungen durch Schwefelwasserstoffgas gefällt werden, so kann die Analyse besser auf die Weise geschehen, dafs man die Verbindung in Königswasser auflöst, und das Arsenik und Antimon durch Schwefelwasserstoffgas als Schwefelmetalle fällt. Ist, wie im Nickelspiefsglanzerz, Antimon vorhanden, so mufs man zu der Auflösung in Königswasser Weinsteinsäure setzen, und sie dann mit Wasser verdünnen. Hat sich nicht aller Schwefel oxydirt, so filtrirt man zuerst den ausgeschiedenen Schwefel ab; hierauf wird die entstandene Schwefelsäure durch Chlorbaryum, und dann durch Schwefelsäure das überschüssig hinzugesetzte Baryterdesalz gefällt. Durch Schwefelwasserstoffgas schlägt man nun das Antimon und auch das Arsenik, wenn dieses vorhanden seyn sollte, nieder. Bei dem ferneren Gange tritt aber noch eine Schwierigkeit ein. Wegen Anwesenheit der Weinsteinsäure läfst sich aus der vom Schwefelantimon abfiltrirten Flüssigkeit das Nickeloxyd durch eine Auflösung von kaustischem Kali nicht niederschlagen. Man kann es dann nur durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium als Schwefelnickel fällen. Diefs hat aber nach **Berzelius** Schwierigkeiten, weil das Schwefelnickel in einem Ueberschusse von wasserstoffschwefligem Schwefelammonium nicht ganz unauflöslich ist. Die Fällung des Nickeloxyds als Schwefelnickel glückt noch am besten, wenn man die Flüssigkeit nach dem Zusatz von wasserstoffschwefligem Schwefelammonium, wobei man einen grofsen Ueberschufs desselben vermeiden mufs, an einem sehr gelinde erwärmten Orte

längere Zeit stehen läfst, bis durch den Sauerstoff und die Kohlensäure der atmosphärischen Luft der Ueberschufs des wasserstoffschwefligen Schwefelammoniums zerstört worden ist, während das gefällte Schwefelnickel noch nicht oxydirt wird. Wenn die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit nicht mehr bräunlich gefärbt ist, filtrirt man das Schwefelnickel und süfst es schnell mit Wasser aus, zu welchem sehr wenig wasserstoffschwefliges Schwefelammonium gesetzt worden ist. Es glückt indessen nur bei gehöriger Vorsicht, die vom Schwefelnickel abfiltrirte Flüssigkeit vollkommen frei von Nickel zu bekommen. Das erhaltene Schwefelnickel oxydirt man durch Salpetersäure, oder besser durch Königswasser, und fällt aus der Auflösung das Nickeloxyd durch kaustisches Kali.

Will man wegen der schwierigen Abscheidung des Nickeloxyds durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium, das Nickelspiefsglanzerz durch Chlorgas zerlegen, so mufs diefs zu dem Ende im fein gepulverten Zustande und nur in kleiner Menge angewandt werden. Ich nahm dazu eine Quantität, die etwas mehr als einen Grm. wog; es glückte mir, sie durch mehr als 12stündiges Darüberleiten von Chlorgas vollständig zu zerlegen.

Das Resultat der Analyse von zwei Quantitäten Nikkelspiefsglanzerz, von denen die erste durch Königswasser, die zweite durch Chlorgas zerlegt wurde, war folgendes:

	I.	II.
Schwefel	15,98	15,55
Antimon	55,76	54,47
Nickel	27,36	28,04
	99,10	98,06.

Es ist hierbei zu bemerken, dafs bei der ersten Analyse das Antimon und das Nickel, so wie bei der zweiten Analyse das Nickel nicht rein, sondern mit etwas Blei ausgeschieden wurden, welches vom Bleiglanz herrührte, mit welchem das Nickelspiefsglanzerz so durchwachsen

ist, dafs es, ungeachtet aller Sorgfalt, nicht vollkommen davon zu trennen ist. Weil diese Analysen die letzten von einer grofsen Reihe waren, deren Resultate nur mit einem sehr grofsen Aufwande von Zeit erhalten werden konnten, so wurde das Blei nicht abgeschieden, was eigentlich hätte geschehen müssen. Dessen ungeachtet lassen die Resultate dieser Analysen keinen Zweifel über die chemische Zusammensetzung des Nickelspiefsglanzerzes übrig. 15,98 Schwefel erfodern 14,68 Th. Nickel, um ein Schwefelnickel mit zwei Atomen Schwefel zu bilden, so wie zu 55,76 Th. Antimon 12,78 Th. Nickel nöthig sind, um ein Antimonnickel mit zwei Atomen Antimon zu bilden. Man sieht, dafs die Menge des Schwefels zu grofs ist, wenn gleiche Atome von Schwefelnickel und Antimonnickel vorhanden seyn sollen; aber diese gröfsere Menge von Schwefel rührt von eingesprengtem Bleiglanze her. Die chemische Zusammensetzung kann daher durch die Formel $NiS^2 + NiSb^2$ ausgedrückt werden. Setzt man im zweiten Gliede der Formel für Antimon Arsenik, so erhält man die chemische Zusammensetzung des Nickelglanzes. Nickelspiefsglanzerz verhält sich daher zum Nickelglanz, wie dunkles Rothgültigerz zu lichtem Rothgültigerz.

Dafs es Nickelspiefsglanzerz geben kann, welches Antimon und Arsenik zugleich enthält, ersieht man aus den Analysen von Ullmann und Klaproth *).

*) Beiträge, Bd. VI. S. 329.

IV. *Zerlegung des Pyrophyllits, eines neuen Minerals; von R. Hermann in Moscau.*

Das hier untersuchte Fossil kommt am Ural vor, und ist den Mineralogen unter dem Namen: strahliger Talk bekannt. Sein Verhalten vor dem Löthrohr ist aber von dem Verhalten des Talks ganz verschieden. Denn: Für sich erhitzt, zertheilt es sich fächerförmig zu einer aufgeschwollenen Masse, die wohl ein 20mal gröſseres Volumen einnimmt als die ursprüngliche Probe. Die zertheilte Masse ist ganz unschmelzbar. Erhitzt man die Probe in einem Glaskolben, so verdichtet sich im oberen Theile desselben Wasser, welches das Glas nicht angreift, und beim Verdampfen keine Kieselerde hinterläſst. Soda löst das Mineral unter Aufbrausen, bei gewissen Verhältnissen des Flusses, zu einem klaren, gelben Glase auf. Phosphorsalz löst es, mit Hinterlassung eines Kieselskeletts, zu einem farblosen Glase auf. Mit Kobaltsolution erhitzt, erhält es eine *blaue* Färbung.

Hiedurch wird das untersuchte Mineral hinreichend charakterisirt, und vom Talk unterscheidet es sich besonders durch sein Verhalten gegen Kobaltsolution, seinen Wassergehalt und sein fächerförmiges Zertheilen bei Erhitzung. Um über die Natur dieses Minerals ganz in's Klare zu kommen, unterwarf ich es einer Analyse. Nach dieser besteht es in 100 Theilen aus:

5,62	Wasser	= 5,00	Sauerstoff
59,79	Kieselerde	=30,07	
29,46	Thonerde	=13,75	
4,00	Magnesia	= 1,55	
1,80	Eisenoxyd	=	
Spur von	Silberoxyd	=	

Wie man hieraus sieht, beträgt der Sauerstoff des Wassers ein Drittel, und der Sauerstoff der Kieselerde das Doppelte des Sauerstoffs der Basen. Das untersuchte Mineral entspricht also der Formel:

$$\dot{M}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{Al}^3 \dddot{Si}^6 + 10 \dot{H}.$$

Der Name Pyrophyllit ist demselben in Bezug auf sein Aufblättern in der Hitze gegeben.

V. *Ueber die Bereitung des Zinnobers auf nassem Wege, und einige andere Schwefel-Verbindungen des Quecksilbers;*
von C. Brunner, Prof. der Chemie in Bern.

Kirchhoff gab zuerst eine genaue Beschreibung der Bereitung des Zinnobers auf nassem Wege *). Nach dieser erwärmt man ein durch Reiben in Mohr verwandeltes Gemenge von 300 Gran Quecksilber und 68 Gran Schwefel mit einer Auflösung von 160 Gran ätzendem Kali in eben so vielem Wasser, unter beständigem Erhitzen des letzteren, über einer Lichtflamme so lange, bis die Mischung die gehörige rothe Farbe erlangt hat.

Diese Bereitung scheint manchen Chemikern nicht gelungen zu seyn, wahrscheinlich wegen Nichtbeachtung einiger von Kirchhoff nicht deutlich angegebenen Umstände.

Da ich durch Zufall auf eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand geleitet wurde, und dabei auch einige, wie ich glaube, nicht bekannte Thatsachen beobachtet habe, so theile ich meine Erfahrungen hier mit, in der Hoffnung, hierdurch zur näheren Kenntnifs einiger Verbindungen etwas beizutragen.

Das Verhältnifs der anzuwendenden Materialien, welches mir eine nicht unbedeutende Anzahl von Versuchen als das günstigste zu erkennen gab, ist: 300 Quecksilber, 114 Schwefel, 75 ätzendes Kali und ungefähr 400 bis 450 Wasser.

Man reibt zuerst das Quecksilber mit dem Schwefel auf gewöhnliche Art und ohne Anwendung von Wärme zu Mohr, wobei man weder Zeit noch Mühe sparen darf. Bei kleinen Mengen reibe man immer wenigstens 3 Stun-

*) Scheerer's allgemeines Journal der Chemie, II. 9. S. 290.

den lang, bei gröfseren, z. B. mehreren Pfunden, möchte ein Tage lang fortgesetztes Reiben zu empfehlen seyn. Den erhaltenen Mohr übergiefst man nun unter fortgesetztem Reiben nach und nach mit der vorgeschriebenen Menge von Aetzlauge, und erwärmt dieses Gemenge in einer irdenen oder porcellanenen Schale *), unter anfangs beständig fortgesetztem, späterhin nur von Zeit zu Zeit vorgenommenem Umrühren, mit einem etwas breiten Pistille auf +45° C. Diese Temperatur sucht man so gleichförmig als möglich beizubehalten. 50° darf nie überstiegen werden. Man sorge dafür, dafs die Flüssigkeit während der Operation durch Verdunsten nicht merklich vermindert werde. Nimmt man die oben angeführten Verhältnifszahlen in Grammen, so ist die Verdunstung unbedeutend, und es ist kaum nöthig das verdunstende Wasser zu ersetzen, welches jedoch bei Anwendung geringerer Mengen nothwendig ist.

Nach mehreren Stunden fortgesetzter Digestion fängt der bisher graulichschwarz gefärbte Mohr an seine Farbe zu verändern, welche nun in ein schmutziges Braunroth übergeht. In diesem Zeitpunkt ist die gröfste Vorsicht erforderlich, und die Temperatur darf +45° C. nicht übersteigen. Es geschieht nun zuweilen, dafs die Flüssigkeit eine gallertartige Consistenz zu erhalten anfängt. Dieses mufs durch Zusetzen von Wasser auf's Sorgfältigste vermieden werden, so dafs das Mohr immer pulverförmig bleibt. Seine Farbe wird nun immer lebhafter roth, oft mit überraschender Schnelligkeit. Hat sie den höchsten Grad erreicht, so kann die Schale vom Feuer genommen werden, doch ist es gut, sie noch einige Stunden lang einer gelinden Digestionswärme auszusetzen.

Die Zeit, welche zur Bildung des Zinnobers erforderlich ist, scheint sich zum Theil nach der angewandten Menge der Materien zu richten. Nimmt man jenes Ver-

*) Bei Behandlung grofser Mengen kann die Operation auch ohne Nachtheil in einem eisernen Kessel geschehen.

hältnifs in Grammen, so fängt die Röthung nach ungefähr 8 Stunden an. Nach 10 bis 12 Stunden ist der Zinnober fertig. Bei gröfseren Quantitäten mufs die Digestion länger fortgesetzt werden.

Zuletzt wird der Zinnober mit Wasser ausgewaschen, und das noch eingemengte unveränderte Quecksilber durch Schlämmen genau daraus entfernt. Nach diesem Verfahren erhält man aus den oben angegebenen Quantitäten ungefähr 328 bis 330 Zinnober. Derselbe besitzt eine lebhafte rothe Farbe, derjenigen des schönsten natürlichen kaum nachstehend, und die des durch Sublimation erhaltenen um vieles übertreffend. Damit er von vorzüglicher Beschaffenheit sey, ist es gut, reines oder wenigstens durch Destillation gereinigtes Quecksilber und ein von fremden Metallen freies Kali anzuwenden.

Um mich durch einen directen Versuch von der chemischen Zusammensetzung des auf nassem Wege bereiteten Zinnobers zu überzeugen, behandelte ich eine gewogene Menge desselben in gut getrocknetem Zustande mit Eisenfeilen in einem kleinen Destillirapparat mit Vorlage. Das übergehende Quecksilber wurde gewogen, das erzeugte Schwefeleisen in Salpetersalzsäure aufgelöst, das Eisen durch ätzenden Kali aus der Auflösung gefällt, die Schwefelsäure durch Chlorbaryum, und aus diesem letzteren Niederschlag die Menge des Schwefels berechnet. Das Resultat stimmte mit der bekannten Zusammensetzung des Zinnobers sehr nahe überein, indem nämlich aus 100 Th. Zinnober 86,98 Quecksilber und 13,74 Schwefel erhalten wurden. Dafs er übrigens von dem auf trocknen Wege bereiteten Zinnober nicht verschieden sey, lehrt auch der Umstand, dafs er sich, ohne weder Schwefel noch Quecksilber abzuscheiden, und ohne merklichen Gewichtsverlust, sublimiren läfst, und alsdann auch in seinen physischen Eigenschaften von dem gewöhnlichen nicht im Geringsten verschieden ist.

Nimmt man statt des oben angegebenen Verhältnis-

ses der Materialien zur Bereitung des Zinnobers das von Kirchhoff vorgeschriebene, nämlich auf 300 Quecksilber, 68 Schwefel und 160 Kali, so erhält man verhältnifsmäfsig gegen die angewandte Lauge eine viel geringere Menge von Zinnober *). Die Ursache hievon ist der Umstand, dafs bei diesem Verfahren aufser dem Zinnober noch eine zweite Verbindung eigener Art entsteht, welche in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt. Dampft man dieselbe nach ihrer Trennung von dem gebildeten Zinnober in einer Retorte etwas ab, so giebt sie beim Erkalten Krystalle von unterschweflichtsaurem Kali, und bei einer gewissen Concentration erstarrt sie, besonders bei einer leichten Erschütterung, zu einer gallertartigen Masse, welche aus einer zahllosen Menge sehr feiner, seidenartig glänzender, weifser, nadelförmiger Krystalle besteht, aus denen die Mutterlauge nur sehr schwer abfliefst.

Diese Krystalle verhielten sich bei näherer Untersuchung folgendermafsen. Der Luft ausgesetzt, färbten sie sich nach kurzer Zeit grau und endlich schwarz. Das Papier, auf welchem sie lagen, erhielt da, wo sich die Lauge hineinzog, schwarze Ränder. Dabei entwickelte sich der Geruch von Schwefelwasserstoff mit einer besondern, schwer zu beschreibenden Beimischung. Mit Wasser übergossen, zerfallen die Krystalle in kurzer Zeit

*) Meine Versuche gaben in dieser Rücksicht folgende Resultate:

Quecksilber.	Schwefel.	Kali.	Erhaltenen Zinnober.
300	114	75	330
300	115	75	331
300	120	120	321
300	115	152	282,5
300	120	180	244 — 246
300	100	180	244
300	60	180	142

Diese Uebersicht zeigt, dafs die Anwendung einer nicht zu grofsen Menge von Kali vortheilhaft ist. Geringer als die vorgeschriebene darf sie indessen auch nicht seyn, sonst entsteht kein Zinnober.

zu einem schwarzen Pulver *). Das Wasser trübt sich, nachdem es eine Zeit lang über dem Salze gestanden, bei seiner Verdünnung mit neuem Wasser wieder, und es scheint, dafs selbst bei sehr grofser Verdünnung der Flüssigkeit immer noch ein Antheil jener schwarzen Substanz darin aufgelöst bleibe. Setzt man dagegen dem Wasser eine sehr geringe Menge Salmiak zu, so erfolgt die Ausscheidung jenes schwarzen Körpers augenblicklich und vollständig; die Flüssigkeit reagirt nun auf Schwefel, Kalium und unterschweflichtsaures Kali, enthält aber kein Quecksilber mehr.

Es wurde eine hinreichende Menge der frisch bereiteten Krystalle durch Auspressen zwischen Löschpapier so gut als möglich von der Lauge getrennt, und in einem luftdicht verschlossenen Glase verwahrt. Sie waren vollkommen weifs. 5,606 dieses Salzes wurden mit Wasser, worin sehr wenig Salmiak aufgelöst worden, übergossen. Der erhaltene schwarze, pulverförmige Niederschlag wog trocken 3,049.

Die Flüssigkeit wurde mit etwas Salpetersäure vermischt, wodurch der Geruch nach Schwefelwasserstoff sogleich verschwand, dagegen sich eine Trübung von ausgeschiedenem Schwefel einstellte, der durch gelindes Erwärmen sich in gelben Flocken sammelte, welche getrocknet 0,272 wogen. Die Flüssigkeit, aus welcher sich der Schwefel abgeschieden hatte, wurde mit ziemlich viel Salzsäure vermischt (um das Niederfallen von salpetersaurem Baryt zu verhüten) und mit Chlorbaryum gefällt. Der entstandene Niederschlag von schwefelsaurem Baryt wog im geglühten Zustande 0,908, welches 0,125 Schwefel anzeigt.

*) Deshalb mufs bei der Bereitung des Zinnobers, nach Kirchhoff's Vorschrift, derselbe anfangs nicht mit blofsem Wasser, sondern mit Kalilauge ausgewaschen werden, sonst wird er durch Ausscheidung jenes schwarzen Niederschlages augenblicklich braun oder schwarz.

Eine andere Probe der zu untersuchenden Verbindung =3,471, eben so mit Salmiakwasser behandelt, gab 1,875 jenes schwarzen Niederschlages. Die Flüssigkeit wurde mit Schwefelsäure im Ueberschuſs versetzt und in einer Platinschale zur Trockne verdampft. Der anhaltend geglühte Rückstand von schwefelsaurem Kali wog 1,414, und war vollkommen neutral. Dieses zeigt 0,634 Kalium an.

Der durch Behandlung mit Salmiakwasser erhaltene Niederschlag stellte ein vollkommen schwarzes Pulver dar. Bei aufmerksamen Betrachten mit der Lupe entdeckte man darin einzelne sehr kleine metallische Quecksilberkügelchen, welches eine partielle Zersetzung der Verbindung bei ihrer Darstellung selbst anzuzeigen scheint. Die zersetzte Menge kann jedoch nur sehr unbedeutend seyn. Kochendes Wasser nahm nichts daraus auf, eben so wenig ätzende Kalilauge und Schwefelkalium-Auflösung. In einem kleinen Kolben erhitzt, sublimirte sich diese Substanz vollständig zu gewöhnlichem Zinnober, ohne weder Schwefel noch eine bemerkenswerthe Menge von Quecksilber abzuscheiden 100 Th. derselben gaben mit Eisen destillirt 86,397 Quecksilber, und aus dem entstandenen Schwefeleisen wurde eine Quantität schwefelsauren Baryts bereitet, welche 13,819 Schwefel entsprach. Es geht hieraus hervor, daſs dieser Niederschlag mit dem Zinnober von gleicher Zusammensetzung sey, — ein wahrer schwarzer Zinnober!

Fassen wir nun die Ergebnisse dieser Analyse zusammen, so haben wir in 100 Theilen der untersuchten Krystalle:

Schwefelquecksilber von der nämlichen Zusammensetzung wie der Zinnober (Mittel aus beiden Versuchen)	54,28
Schwefel	7,07
Kalium	18,26
	79,61.

In 54,28 Zinnober sind, nach **Berzelius**, 7,44 Schwefel enthalten. Dieses stimmt mit der im Schwefelkalium enthaltenen Menge ziemlich genau zusammen. Vergleicht man die durch die Analyse erhaltene Menge von Schwefel (7,07) mit derjenigen des Kaliums, so findet man, dafs beide Bestandtheile zu gleichen Atomen vorhanden sind. Die Berechnung giebt nämlich nach dieser Voraussetzung auf 7,07 Schwefel 17,21 Kalium, welches um 1,05 Proc. weniger ist, als die Analyse angiebt. Dieser Unterschied möchte vielleicht aus dem Umstande erklärbar seyn, dafs es unmöglich ist, die Lauge, aus welcher das Salz krystallisirt, und die einen Ueberschufs von Kali enthält, durch Auspressen gänzlich zu entfernen. Noch näher würde die Berechnung zutreffen, wenn man den im Schwefelquecksilber enthaltenen Schwefel (7,44) zur Vergleichung nähme, welches für die Menge des zu gleichen Atomen erforderlichen Kaliums 18,11 geben würde.

Dieser Untersuchung zufolge ist also die krystallisirte Substanz als eine Verbindung von 1 Atom Zinnober mit 1 Atom Schwefelkalium, in welchem letzteren die nämliche Menge Schwefel als im Zinnober enthalten ist, anzusehen.

Nimmt man endlich den Verlust bei der Analyse (=20,39 Proc.) als Wasser an, so zeigt die Berechnung, dafs diese Menge 5 Atomen entspricht. Dieser Voraussetzung zufolge müfste nämlich auf die erhaltene Summe von 79,61 der übrigen Bestandtheile der Verbindung 20,70 Wasser zu stehen kommen, welches mit jenem Verluste der Analyse hinreichend genau zusammentrifft.

Die Formel des untersuchten Schwefelsalzes wäre diesem nach:

$$\overset{\prime}{K}\overset{\prime}{Hg}+5Aq,$$

oder wenn man es als ein Doppel-Sulphurettum ansehen will:

$$KS+HgS+5Aq.$$

Ich habe umsonst versucht, durch Behandlung von Zinnober mit unterschweflichtsaurem Kali und mit Schwefelkalium diese Verbindung zu erzeugen.

Um zu erfahren, ob nicht mittelst Schwefelkalium der Quecksilbermohr in Zinnober verwandelt werden könne, habe ich mehrere Versuche angestellt. Folgender gab ein ziemlich befriedigendes Resultat. 19,87 Grm. Quecksilber wurden mit 7,648 Schwefel zu Mohr gerieben, und dieser mit einer Auflösung von 13 Schwefelleber *) in 40 Wasser bei 45° C. digerirt. Nach 3 Stunden fing der Mohr an eine röthliche Farbe anzunehmen. Nachdem die Digestion unter öfterem Ersetzen des Wassers bei 35° ungefähr 20 Stunden lang fortgesetzt worden war, schien die Farbe sich nicht weiter zu verändern. Der erhaltene Zinnober wog im geschlämmten und getrocknetem Zustande 20. Er war von ziemlich guter Farbe, doch dem mit Aetzkali bereiteten an Schönheit nachstehend.

Durch Digeriren von Quecksilber-Mohr mit Salmiakgeist entsteht kein Zinnober.

Dagegen kann durch Behandlung vieler anderer Quecksilberverbindungen mit Schwefelalkalien Zinnober erzeugt werden. Dieses zeigen folgende Versuche:

1) Feingeriebenes rothes Quecksilberoxyd wurde mit einer Auflösung von Hydrothion-Ammoniak (durch Einwirken von Schwefelwasserstoffgas auf Salmiakgeist bereitet) übergossen, wobei sich das Oxyd sogleich in ein schwarzes Pulver verwandelte. Schon den folgenden Tag fing dasselbe an eine rothe Farbe anzunehmen, welche von oben nach unten zu immer lebhafter wurde. Während einiger Tage nahm die Röthung allmälig zu. Nach ungefähr 14 Tagen war die Farbe sehr lebhaft. Das Pulver verhielt sich nach dem Auswaschen als Zinnober,

*) Aus 2 Th. gereinigter Pottasche und 1 Th. Schwefelblumen durch Schmelzen in einem bedeckten Tiegel bereitet.

und liefs sich ohne Gewichtsverlust sublimiren. Aus 11,965 Grm. rothen Oxydes wurde auf diese Art 12,703 Zinnober erhalten.

2) Rothes Quecksilberoxyd auf die nämliche Art mit einer Auflösung von Schwefelleber behandelt, wurde nach 14 Tagen in ein hellrothes, etwas in's Gelbliche spielendes, nicht krystallinisches Pulver verwandelt, welches sich, unter Ausscheidung einer sehr geringen Menge von Quecksilber, zu gewöhnlichem Zinnober sublimiren liefs. Von 10 Grm. rothen Oxydes wurden 10,565 dieses Zinnobers erhalten. Die Flüssigkeit, in welcher er sich gebildet hatte, gab beim Vermischen mit Wasser einen schwarzen Niederschlag, enthielt also ohne Zweifel einen Antheil der oben beschriebenen Schwefelverbindung.

3) Feingeriebener Calomel, eben so mit Hydrothion-Ammoniak digerirt, verwandelte sich nach mehreren Tagen in ein rothbraunes Pulver, welches sich ohne Rückstand zu Zinnober sublimiren liefs. Die Flüssigkeit, in welcher es sich gebildet hatte, enthielt kein Quecksilber. Aus 10 Calomel wurden 9,67 Zinnober erhalten.

4) Calomel mit Schwefelleber digerirt, gab ein ähnliches Resultat. Der aus 10 Grm. erhaltene Zinnober wog 9,95, und war dem vorigen ganz ähnlich. Die Flüssigkeit enthielt kein Quecksilber.

5) Quecksilber-Turpeth zu feinem Pulver gerieben und mit Hydrothion-Ammoniak übergossen, verwandelte sich in 8 Tagen in ein aus kleinen, etwas metallisch-glänzenden Krystallen, deren Farbe ganz derjenigen des sublimirten Zinnobers ähnlich, und grau und roth gemischt war, bestehendes Pulver. Beim Reiben wurde dasselbe lebhaft roth, ganz so wie sublimirter Zinnober. Eine Probe desselben sublimirte sich ohne Gewichtsverlust zu gewöhnlichem Zinnober. Die Gestalt dieser Krystalle konnte

ihrer Kleinheit wegen, selbst mit Hülfe des Mikroskops, nicht mit einiger Sicherheit bestimmt werden. Es schienen rechtwinklichte Prismen zu seyn. Aus 12,745 Turpeth wurden auf diese Art ungefähr 12 krystallisirter Zinnober erhalten. Da die Krystallisation auf eine vorhergegangene Auflösung des Turpeths schliefsen liefs, so prüfte ich die Lauge auf einem Gehalt an Quecksilber. Als man sie in einer Retorte auf die Hälfte abdampfte, trübte sie sich, und setzte eine geringe Menge eines bräunlich-schwarzen Pulvers ab, welches sich als eine Quecksilberverbindung zu erkennen gab, dessen wahre Natur aber der geringen Menge wegen nicht bestimmt werden konnte.

6) Turpeth eben so mit Schwefelleber digerirt, gab ein schmutzig gelblichrothes Pulver, welches sich unter Ausscheidung von sehr wenig Quecksilber zu gewöhnlichem Zinnober sublimiren liefs. Von 12,745 Turpeth wurden 13,1 desselben erhalten. Die Flüssigkeit enthielt kein Quecksilber.

7) Mercurius solubilis Hahnemanni, mit Hydrothion-Ammoniak übergossen, verwandelte sich nach einigen Tagen in ein krystallinisches, rothes, etwas in's Violette spielendes Pulver. Die Krystalle waren noch kleiner als bei No. 5., und zeigten wie jene einen graulichen Metallglanz. Sie sublimirten sich vollständig zu gewöhnlichem Zinnober. 6,895 Merc. solub. gaben 6,887 Zinnober.

8) Mercurius solubilis mit Schwefelleber digerirt, gab ein braunrothes nicht krystallinisches Pulver, welches sich zu Zinnober sublimiren liefs, unter Ausscheiden einer sehr geringen Menge von Quecksilber. Die Flüssigkeit gab, mit Wasser vermischt, eine schwache Trübung, enthielt also jenes Doppelsulphuretum. Aus 12,745 Merc. solub. entstanden 12,9 Zinnober.

9) 8 Theile Quecksilber wurden mit 3 Th. ätzenden Kalks, der durch Ablöschen mit Wasser in Pulver verwandelt worden, zusammengerieben, hierauf in einem verschlossenen Medizinglase mehrere Monate lang bei gewöhnlicher Temperatur mit einer Auflösung von Schwefelleber digerirt. Es bildete sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine dünne Scheibe, aus unzähligen, fest mit einander verbundenen, mikroskopischen Krystallen bestehend, welche ganz das Ansehen derjenigen von No. 5. hatten. Sie sublimirten sich vollständig zu Zinnober.

10) Quecksilber-Mohr mit Hydrothion-Ammoniak digerirt, gab nach einigen Tagen ziemlich hellrothen Zinnober, welchem jedoch ein Antheil Schwefel beigemengt war, der ihm eine gelbliche, nicht angenehme Färbung ertheilte.

Ohne Zweifel werden noch viele Quecksilberverbindungen, auf ähnliche Weise behandelt, Zinnober erzeugen. Man könnte beinahe versucht seyn zu glauben, daſs hiezu weiter nichts erforderlich sey, als Quecksilber und Schwefel mit einer Flüssigkeit in Berührung zu bringen, welche letzteren in gewissem Grade aufzulösen im Stande sey. Dieses ist jedoch nicht der Fall, denn Quecksilber-Mohr mit Terpenthinöl und Steinöl digerirt, giebt keinen Zinnober.

Es war zu erwarten, daſs durch Behandlung von Quecksilber-Mohr mit ätzendem Natron auf ähnliche Weise als bei Anwendung von Kali Zinnober erzeugt werden könne. Dieses wurde auch durch einen Versuch bestätigt. Ich hatte dabei vorzüglich die Absicht zu erfahren, ob eine ähnliche Verbindung von Schwefelnatrium und Zinnober dargestellt werden könnte, wie bei der Anwendung von Kali, und nahm deshalb einen Ueberschuſs

von ätzendem Natron. Es schien auch wirklich eine solche Verbindung zu entstehen, denn die Mutterlauge des erhaltenen Zinnobers gab mit Wasser vermischt den nämlichen schwarzen Niederschlag, der oben beschrieben wurde. Ich war aber nicht im Stande die Verbindung durch Krystallisation hinreichend rein von dem unterschweflichtsauren Natron zu trennen, um ihre Eigenschaften genau kennen zu lernen.

VI. *Beschreibung eines Evaporationsapparats, um, ohne Anwendung der Wärme oder der Luftpumpe, Flüssigkeiten zu verdunsten, und besonders Salze aus ihren wäſsrigen Lösungen zur Krystallisation zu bringen;*

von P. A. v. Bonsdorff.

Professor der Chemie an der Alexander-Universität in Finnland.

Zum allmäligen Verdunsten des Wassers aus Auflösungen, und besonders zum Abdampfen und Trocknen solcher Stoffe, welche sich, ohne zersetzt oder sonstig verändert zu werden, nicht erwärmen lassen, bedient man sich, wie bekannt, der Leere oder der verdünnten Luft, in welcher man das Wassergas, in dem Maaſse als es entstanden ist, von einem sehr wassergierigen Stoffe, vorzugsweise von concentrirter Schwefelsäure, absorbiren läſst. Da aber dasjenige Werkzeug, dessen man sich zur Hervorbringung eines luftleeren oder luftverdünnten Raumes bedient, nämlich die Luftpumpe, und namentlich eine solche, mit welcher man die Glocke auf längere Zeit luftleer halten kann, nicht Jedem zugänglich ist, und sie auſserdem die Unbequemlichkeit mit sich bringt, daſs man nur eine sehr beschränkte Anzahl von Verdunstungen auf einmal vornehmen kann, so scheint mir die Angabe eines an-

andern Mittels zum Verdunsten des Wassers für Freunde der Wissenschaft nicht ohne Interesse zu seyn.

Bei einer schon im Jahre 1826 unternommenen Untersuchung der Salze, welche durch Vereinigung der Chloride elektronegativer und elektropositiver Metalle gebildet werden, erhielt ich eine Menge von Salzen, die (da sie natürlicherweise nur in kleinen Quantitäten bereitet werden konnten) bei einer durch Wärme bewirkten Verdunstung fast unmöglich wohl auskrystallisirt zu erhalten waren, besonders in dem Falle, wenn diese Salze zum Zerfliefsen neigten. Ich sah mich daher mitten im Laufe meiner Untersuchungen aufgehalten, weil mir nur eine einzige Luftpumpe zu Gebote stand. Diese Schwierigkeit veranlafste mich auf andere Auswege zu denken, und dabei schien es mir denn, dafs die Luft der Verdunstung des Wassers wenig oder gar nicht hinderlich seyn würde, wenn man nur eine solche Einrichtung träfe, dafs sie trocken wäre und bliebe, das heifst, wenn man das Wassergas in dem Maafse als es sich entwickelte durch irgend einen schicklichen Körper absorbiren liefse. Ich versuchte daher, ob sich Salzlösungen unter einer Glasglocke, in die zugleich ein Gefäfs mit concentrirter Schwefelsäure gestellt war, zur Krystallisation verdunsten lassen würden, und fand wirklich, dafs dieser Zweck, ungeachtet der Gegenwart der Luft, durch diese Vorrichtung vollkommen erreicht wurde.

Obgleich das eben Angeführte hinlänglich seyn dürfte, um den Leser von der Anwendbarkeit dieser Evaporationsmethode zu überzeugen, auch jedem Chemiker die Art und Weise, eine solche Verdunstung zu bewerkstelligen, sehr einfach und leicht erscheinen mufs, so wird es doch nicht überflüssig seyn, hier eine ausführlichere

*) Eine ausführliche Abhandlung über diese Salze habe ich neulich der schwedischen Academie der Wissenschaften übergeben; sie ist, wie ich vermuthe, schon in den Schriften dieser Academie erschienen.

Beschreibung derjenigen Apparate zu liefern, die ich hiezu angewandt und vollkommen zweckmäfsig gefunden habe.

In eine Schale von Glas oder ächtem Porcellan, mit ebenem Boden, giefst man, nachdem sie auf eine horizontale Fläche gesetzt ist, eine dünne Schicht concentrirter Schwefelsäure, ungefähr so viel, dafs sie bis zum Drittel ihrer Höhe gefüllt wird, stellt dann mehrere, kleinen Spitzgläsern ähnliche, Glasträger hinein, und auf diese wiederum die Schalen mit den abzudunstenden Auflösungen. Das Ganze überdeckt man mit einer wohl schliefsenden Glasglocke, deren Rand, um die äufsere Luft vollends abzuhalten, mit Talg oder Fett bestrichen worden ist. Deutlicher ersieht man diese Vorrichtung aus Fig. 1. Taf. V. Die Träger unter den Schalen sind der Raumersparung wegen am besten von ungleicher Höhe zu nehmen, und, damit sie Schalen von verschiedener Gröfse tragen können, mit ungleich weiten Mündungen zu verfertigen. Zu den Abdampfgefäfsen selbst gebrauche ich am liebsten kleine gläserne Schalen, die an der untern Seite des Bodens mit einem Knöpfchen versehen sind. Man erlangt dadurch den Vortheil, dafs sie fester stehen, und dafs man, nachdem ein Theil des Salzes herauskrystallisirt ist, die Lösung abfliefsen und etwa an einer andern Stelle noch einmal anschiefsen lassen kann. Man giebt dazu der Schale eine schiefe Stellung, indem man, wie es *a*, Fig. 2. Taf. V., zeigt, das Knöpfchen von aufsen an den Rand des Trägers legt; auch kann man die Schale in einem gröfseren Träger oder Weinglase aufstellen, wie es *b*, Fig. 2., verdeutlicht, wenn die Flüssigkeit von einem andern Gefäfse aufgenommen werden soll. Wenn das Salz zu den an der Luft zerfliefsenden gehört, ist diese Art, die Mutterlaugen von den angeschossenen Krystallen zu trennen, sehr vortheilhaft. Aber auch sonst ist es bequem, die Schalen in beschriebener Weise aufzustellen, weil dabei die Mutterlaugen schnell und sicher abgeschieden werden; natürlicherweise

stellt man dann bei nicht zerfliefsendem Salze das Ganze lieber in freier Luft auf.

Aufser den genannten Vortheilen bei dieser Form der Abdampfgefäfse habe ich auch gefunden, dafs der in der Mitte flache und an den Seiten halbgerundete Boden, wie man ihn in den Figuren $\varphi\varphi$ erblickt, für die Ausbildungen der meisten Krystallformen am passendsten, und für die Herausnahme der Krystalle, ohne Beschädigung derselben, am bequemsten ist; die gewöhnlichen halbkugelförmigen Schalen sind bei weitem nicht so zweckmäfsig. Wenn ein Salz in langen, vierseitigen, prismatischen Krystallen oder Nadeln anzuschiefsen geneigt ist, geschieht die Krystallisation am freiesten in einem Gefäfse mit ganz flachem Boden, wie *d*, Fig. 1. und 2., oder auch in einem tiefen mit engem Umfange.

Eine andere, vielleicht etwas bequemere Einrichtung ist folgende. Man verschafft sich eine Schale von Glas oder ächtem Porcellan, mit flachem Boden und beinahe senkrecht aufsteigenden Wänden, nebst einer tubulirten Glasglocke mit einfachem Rande von solchem Umfange, dafs sie eben ungehindert in der Schale stehen kann, und, wenn sie in die Schwefelsäure eingesenkt ist, zugleich die äufsere Luft möglichst ausgeschlossen wird. Fig. 2. Taf. V. stellt einen so eingerichteten Apparat dar. Die Oeffnung der Glocke wird entweder mit einem Stöpsel verschlossen, oder auch, wie die Figur zeigt, mit einer kleineren Glocke überdeckt. Will man zu den Abdampfschalen, so nimmt man den Stöpsel oder die kleine Glocke fort, hebt die grofse Glocke auf und zwar in schiefer Stellung, um das Herumspritzen der Schwefelsäure zu verhüten, und stellt sie mittlerweile in eine leere Schale, mit der Seite gegen den Rand derselben gestützt. Ich habe auch gefunden, dafs der Tubulus sogar offen gelassen werden kann, und dafs die Verdunstung dennoch gut von Statten geht, weil die trockne Luft in der Glocke bekanntlich schwerer ist, als die äufsere wasserhaltige,

und dadurch die Einmischung dieser letztern wenigstens gröfstentheils abgehalten wird. Uebrigens kann man, statt der erwähnten Träger, gewöhnliche Spitzgläser, oder auch abgeschnittene Kolbenhälse, wie *e*, Fig. 2., anwenden, auch, in Ermangelung tubulirter Glocken, gröfsere Flaschen mit geraden Seitenwänden, deren Boden abgeschnitten ist, gebrauchen *).

Mit Hülfe des eben beschriebenen Apparats, den ich Evaporations-Glocke nennen will, ist es mir gelungen, nicht nur sehr wohl ausgebildete Krystalle der neuen Verbindungen, deren ich zuvor erwähnt habe, hervorzubringen, sondern auch deutlich angeschossene Verbindungen solcher Stoffe, welche theils der Krystallisation für unfähig gehalten worden, theils auch bis jetzt nur in verworrenen Formen bekannt gewesen sind.

Unter andern Stoffen, die ich durch diesen Apparat mit gutem Erfolge des Wassers zu entledigen versucht habe, verdient das Wasserstoff-Superoxyd genannt zu werden. Diesen Körper erhält man in der Evaporations-Glocke leicht concentrirt. Einmal fand ich sogar, dafs ein mit Manganoxyd verunreinigtes Wasserstoff-Superoxyd sich unter der Evaporations-Glocke unzersetzt erhielt, obgleich dasselbe, nach Aufhebung der Glocke, augenblicklich Sauerstoffgas in Menge entwickelt. Bei genauerer Erwägung findet man auch leicht, dafs Schwefelsäure in einer Atmosphäre von trockner Luft weit geeigneter seyn müsse, das Verdunsten des Wassers aus dem genannten Superoxyd zu bewirken, als in einem luftleeren Raume; denn die Luft hindert das Verdunsten des Wassers nicht, wohl aber das Entweichen des Sauerstoffs, wogegen dieses im luftleeren Raum gerade sehr leicht vor sich gehen kann.

Es verdient auch hiebei bemerkt zu werden, dafs

*) Man schneidet den Boden von den Flaschen am Besten dadurch ab, dafs man sie mit einer mit Terpentin getränkten Schnur umwickelt und diese alsdann anzündet.

man alkoholische Salzlösungen auf die nämliche Art abdampfen kann. Wenigstens habe ich gefunden, dafs man Alkohol von 0,84 spec. Gew. in der Evaporations-Glocke zum gänzlichen Verdunsten bringt. Man könnte vermuthen, dafs bei dieser Verdunstung das Wasser anfangs in gröfserem Verhältnisse verdampfen, die Flüssigkeit also zuletzt reicher an Alkohol seyn würde. Diefs ist aber nicht der Fall. Vielmehr besitzt die letzte Hälfte der Flüssigkeit beinahe denselben Gehalt, als die ganze Mischung vor anfangender Verdunstung. Wahrscheinlich ist es nur die Verwandtschaft der Schwefelsäure zu dem im Alkohol enthaltenen Wasser, welche die allmälige Verdampfung der Auflösung bewirkt, und welche auch den Alkohol mit folgen läfst.

Hinsichtlich der Krystallisation der Salze aus ihren Lösungen in Wasser mittelst der oft erwähnten Glocke, dürften übrigens nachfolgende Bemerkungen nicht ganz unnütz seyn.

Es geschieht oft, dafs eine concentrirte Schwefelsäure in der Evaporations-Glocke eine schnellere Verdunstung des Wassers, als man eben wünscht, bewirkt, und dafs dadurch die Krystallisation weniger deutlicher wird, auch die gebildeten Krystalle zu verwittern anfangen, während noch ein Theil des Stoffes in der Lösung enthalten ist *). Diesem Uebelstande wird dadurch sehr leicht abgeholfen, dafs man eine mehr verdünnte Schwefelsäure anwendet, und zwar eine desto verdünntere, je langsamer die Krystallisation von Statten gehen soll. Solchergestalt hat man das Anschiefsen des Salzes ganz in seiner Gewalt, und

*) Unter den Stoffen, deren Krystalle über concentrirter Schwefelsäure verwittern, mag das Calciumchlorid angeführt werden. Bemerkungswerth ist diese Erscheinung besonders deshalb, da andere Stoffe, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen weniger zum Zerfliefsen geneigt sind, das heifst, eine geringere Verwandtschaft zum Wasser haben, als das eben genannte Chlorid, sich über concentrirter Schwefelsäure unverändert erhalten, wie z. B. Krystalle des kohlensauren Kali's ($\dot{K}\ddot{C}$).

ein Salz, das über concentrirter Schwefelsäure verwittert, hält sich unversehrt über einer gehörig verdünnten.

Ich habe mich auch mit gutem Erfolge der Evaporations-Glocke bedient, um bei Analysen von Salzen und andern Stoffen die letzten Antheile mechanisch eingemischten Wassers oder hygroskopischer Feuchtigkeit fortzuschaffen; auch ist nichts bequemer als diese Glocke zur Aufbewahrung von zerfliefslichen Salzen, die man auf einige Zeit bei Seite stellen will, um sie hernach zu untersuchen oder zu gebrauchen. Soll ein zum Zerfliefsen geneigtes Salz untersucht werden, ist es sehr vortheilhaft, dasselbe vorher in ein Stück Fliefspapier einzuwickeln und auf kurze Zeit unter die Glocke zu legen; am besten ist es, das Papier etwas von der zerflossenen Oberfläche einsaugen zu lassen. Nimmt man hernach das Salz heraus, um es in das Gefäfs, worin es gewogen werden soll, zu bringen, so zieht das Papier die wenige Feuchtigkeit an, welche nicht zu vermeiden ist, und das Salz kann darauf völlig trocken aus dem Papier an den ihm bestimmten Ort gebracht werden.

Diese Vorsichtsmafsregeln werden vielleicht Manchem überflüssig erscheinen; allein es giebt wirklich Salze, deren Neigung zum Zerfliefsen so stark ist, dafs diese Vorkehrungen bei quantitativen Untersuchungen von grofsem Nutzen sind. Hinsichtlich der Aufbewahrung solcher Salze, die in gewöhnlicher Luft zerfliefsen, gilt übrigens, wie sich von selbst versteht, die frühere Bemerkung, dafs eine concentrirte Schwefelsäure Verwitterung bewirkt, hingegen eine verdünnte zur Abhaltung der Feuchtigkeit hinreichend ist.

Auch ohne die Anwendung einer Glocke, in welcher sich die eingesperrte Luft in einem hohen Grade von Trockenheit erhalten läfst, kann man sogar in der freien Luft eines chemischen Arbeitszimmers mittelst der Schwefelsäure einen gewissen Grad von Trockenheit bewirken, welcher für Verdunstungen und andere Operatio-

nen von Nutzen seyn kann. Man will manchmal eine Auflösung einer freiwilligen Verdunstung überlassen, und findet, dafs diese, wegen zufällig entstandener oder vom Zustande der äufsern Luft herbeigeführter gröfserer Feuchtigkeit des Zimmers, entweder zu langsam vor sich geht oder gänzlich aufhört. Diesem Uebelstande wird vorgebeugt, wenn man eine Schale mit Schwefelsäure neben die zu verdunstende Auflösung stellt, oder besser noch, wenn man diese, auf eine passende Unterlage, in die Schale setzt. Die Nähe der Säure ist dann hinreichend, um den Wassergehalt der nächst umgebenden Luft zu vermindern, und die Krystallisation nach Wunsch vor sich gehen zu lassen. Auf gleiche Weise kann man auch durch mehrere, an passende Stellen gesetzte flache Schalen, welche concentrirte Schwefelsäure enthalten, ein ganzes Laboratorium von zu grofser, bei manchen chemischen Operationen lästiger, Feuchtigkeit befreien.

Es dürfte endlich von meinem Gegenstande die Erwähnung nicht zu sehr entfernt erscheinen, dafs ich auf gleiche Art und mit gutem Erfolge auch ganze Wohnzimmer von ihrer Feuchtigkeit befreit habe. Wenn eine oder mehrere Schalen mit concentrirter Schwefelsäure in feuchte Zimmer an passende Orte, wo sie ruhig und ohne Gefahr stehen können, z. B. auf das Ofengesimms, gestellt werden, so fühlt man schon nach einigen Tagen, dafs die Luft trockner und gesünder ist, und in einigen Wochen können Zimmer von ihrer Feuchtigkeit solchergestalt gänzlich befreit werden. Wie kräftig wirkend und zugleich wenig kostspielig die Schwefelsäure bei dieser Operation sey, kann man daraus abnehmen, dafs sie nach Versuchen, die ich angestellt habe, das Drei- oder Vierfache ihres eignen Volumens an Wasser aus feuchter Luft anzuziehen vermag.

VII. *Beschreibung eines Gebläsofens für Schmelzversuche im Kleinen.*

Der Mangel an Schmelzöfen, welche mit Bequemlichkeit und Schnelligkeit die Hervorbringung einer möglichst starken Hitze gestatten, führt gewiſs häufiger als zu wünschen ist den Uebelstand herbei, daſs die Anstellung vieler wichtigen, eine sehr hohe Temperatur verlangenden, Versuche in den Laboratorien unterbleibt. Wir glauben daher den Chemikern einigen Dienst zu erweisen, wenn wir sie mit der Einrichtung eines Gebläsofens bekannt machen, welcher, wie es eine mehrjährige Erfahrung gelehrt hat, alle erforderlichen Eigenschaften in einem hohen Grade in sich vereinigt. Als Beleg dazu mag nur erwähnt werden, daſs Hr. Professor Sefström, Director der Bergschule in Fahlun, der diesen Ofen zuerst hat ausführen lassen, denselben schon seit einer Reihe von Jahren mit vielem Erfolge benutzt, und daſs sich auch späterhin in Stockholm und Berlin die groſse Brauchbarkeit desselben zur Genüge erwiesen hat. Man darf indeſs nur dann eine kräftige Wirkung von diesem Ofen erwarten, wenn man bei seiner Construction und seinem Gebrauche alle Vorschriften genau befolgt, die in der nachstehenden Beschreibung *) angegeben sind.

Man sieht diesen Ofen auf Taf. V. abgebildet; Fig. 3. stellt ihn im verticalen Durchschnitt, und Fig. 4. im Grundriſs dar. Er besteht zunächst aus zwei concentrischen, mit Böden versehenen Cylindern, welche oben durch eine ringförmige Eisenplatte mit einander verbunden sind, und, sowohl zur Seite wie unten, einen Raum von 3 Zoll Breite zwische sich lassen. Der äuſsere Cylinder *AA*

*) Die Data zu derselben sind aus einem, in den *Jern-Contorets Annaler*, Jahrg. XII. p. 139., enthaltenen Aufsatz des Hrn. Prof. Sefström genommen.

mifst 22, und der innere *BB* 16 Zoll *) im Durchmesser; die Höhe des ersteren beträgt 16½ Zoll. Beide sind aus starken, luftdicht an einander gefügten Eisenplatten verfertigt. Der Raum zwischen diesen Cylindern dient als Behälter für die Luft, welche durch die Röhre *C* aus einem Gebläse herbeigeführt und durch die acht kleineren Röhren *a* in den innern Cylindern, den eigentlichen Ofen, zur Unterhaltung des Feuers hineingeleitet wird. Der innere Cylinder ist mit einer 2¾ Zoll dicken und noch fast um eben so viel über ihn hinaus geführten Lage *DD* von feuerfesten Ziegelsteinen ausgesetzt, so dafs der Ofen einen Durchmesser von 10½ Zoll behält. Die acht Röhren, welche die Luft aus dem Behälter in den Ofen leiten, haben gleichen Abstand von einander und liegen in gleichem Niveau, 7 Zoll über dem Boden des innern Cylinders. Sie sind von starkem Eisenblech, anderthalb Zoll lang, conisch geformt, und haben an der Mündung einen halben Zoll im Durchmesser. Statt dieser Röhren pflegt man sonst blofs Löcher in die Ziegel zu bohren; allein diese müssen oft gereinigt werden, weil sie nach beendigtem Blasen durch hineinfliefsende Schlakken, entstanden aus den Ziegeln und den Unreinigkeiten der Kohle, leicht verengt oder verstopft werden.

Der ganze Ofen wird in einen Heerd im Laboratorium eingemauert, und zwar so, dafs man ihn bedecken kann, wenn man den Heerd auf sonstige Weise benutzen will. Der Blasebalg mufs mit einem Hahne versehen seyn, damit man den Luftstrom erforderlichen Falls mäfsigen kann; übrigens braucht dieser nicht stärker zu seyn, als dafs er eben auf die Quecksilberprobe wirkt. Die Zuleitungsröhre ist von Kupfer zu verfertigen.

Als Brennmaterial braucht man in diesem Ofen nur gut verkohlte Holzkohle, und zwar meistens Fichtenkohle, welche alle nur zu wünschende Hitze giebt, sobald man einen Handgriff sorgfältig beachtet. Dieser Handgriff, von

*) D. h. Schwed. Duodec. Zoll, von denen 74=70 Zoll rheinl.

dem die ganze Vorzüglichkeit dieses Ofens abhängt, besteht darin, daſs man Kohlenstücke von gleicher Gröſse anwendet, welche von selbst zusammensinken, so daſs man nicht nöthig hat, sie mit einem Stabe umzurühren, sondern nur nachzufüllen braucht, in dem Maaſse als sie verbrennen. Um dieſs mit Leichtigkeit zu bewerkstelligen, läſst man reine Kohle zerklopfen, nicht ganz so klein als sie hernach gebraucht wird, und, wenn deren eine hinlängliche Menge erhalten ist, siebt man sie durch einen Satz von über einander stehenden Sieben aus recht starkem Eisendraht. Im oberen Siebe müssen die quadratischen Oeffnungen 1 $\frac{1}{4}$ Zoll (30 Millimeter), im nächstfolgenden aber so eben $\frac{5}{8}$ Zoll (15 Millimeter) in der Seite halten. Die Kohlenstücke, welche durch das erstere Sieb gegangen und auf dem zweiten liegen geblieben sind, werden in dem hier beschriebenen Ofen verbraucht. Was auf dem oberen Siebe zurückgeblieben ist, wird wiederum zerklopft und durch Absieben abermals sortirt.

Diese Operation muſs mit höchster Sorgfalt bewerkstelligt werden. Man muſs niemals suchen, die Kohle mit den Händen hindurchzudrücken, vielmehr das Sieben so lange fortsetzen, bis alle Kohlenstücke in das zweite Sieb gefallen sind, welche vermöge ihrer Gröſse dahin gehören. Das fortgesetzte Sieben ist auch nothwendig, damit die Kohlenstücke ihre scharfen Kanten verlieren, weil sie sonst nicht wohl in dem Ofen zusammensinken, besonders aber deshalb, damit das Gestiebe und der Sand gänzlich von ihnen abgesondert werde. Ueberdieſs hat man sorgfältig darauf zu sehen, daſs man Kohlen von altem Holze bekomme, die in mit Gestiebe bedeckten Meilern verkohlt worden sind, denn wenn sich Sand, auch in höchst unbedeutender Menge, unter den Kohlen befindet, werden sowohl die feuerfesten Ziegelsteine, als auch die Tiegel durch denselben zerstört.

Als Beweis, daſs man in diesem Ofen eine sehr

hohe Temperatur hervorbringen könne, mag erwähnt werden, dafs Schmiedeeisen und Mangan sehr oft in demselben geschmolzen worden sind; eben so kam reines Nickel nicht blofs zum Schmelzen, sondern es flofs auch so gut, dafs es auf der Oberfläche krystallisirt zu seyn schien. Auch wurde ein Versuch gemacht, um Blech und Feilspäne von Platin zu schmelzen. Beide kamen in Flufs, doch flofs die Masse nicht recht gut zusammen *). Es mufs indefs bemerkt werden, dafs, bei Anstellung dieses Versuches, der Ofen nicht gehörig abgewartet wurde, weil die Kohlen oft drei bis vier Zoll hinabsanken, ehe neue aufgefüllt wurden **). Auch stand der Tiegel nicht recht im Brennpunkt der Gebläsröhren, sondern zu hoch.

Zu den Tiegeln bedient man sich einer Mischung von gebranntem und ungebranntem Thon von *Höganäs*; da aber dieser Thon noch zu geschmeidig ist, um bei geringer Arbeit eine dichte Tiegelmasse zu geben, so mufs man ihm noch ungebrannten Thon von *Rouen* zusetzen.

Die Tiegel werden in einer Vorrichtung geformt, welche man in Fig. 5. Taf. V. abgebildet sieht. Die zinnerne Nonne *BB*, welche auf dem hölzernen Fufse *EE* steht, wird mit Oel ausgestrichen, ehe man die Tiegelmasse einlegt. Die Gröfse der letzteren wird durch einen Blechring bestimmt, mit dem man aus dem Thonkuchen etwas mehr herausschneidet, als zum Tiegel *CC* erforderlich ist. Diefs geschieht, damit die Tiegel beim Hineindrücken des hölzernen Mönches *A* recht dicht werden;

*) Im Kleinen gelingt bekanntlich das Schmelzen des Platins mit grofser Leichtigkeit vor dem Marcet'schen Gebläse (der mit Sauerstoffgas angefachten Weingeist- oder Aetherflamme), welches überhaupt das gefährliche Knallgasgebläse in den meisten Fällen für den Chemiker überflüssig macht. *P.*

**) Behandelt man strengflüssige Substanzen, so ist es am besten, dafs man einen eisernen Ring von 18 Zoll im Durchmesser und 12 Zoll Höhe noch auf den Ofen steckt.

was sich hiebei an den Rändern herausdrückt, wird mit einem dünnen sichelförmigen Messer fortgenommen. Der Mönch *A* ist unten mit einer Stahlspitze *D* versehen, damit man ihn wieder herausschlagen könne. Das Loch, welches dadurch im Boden der Tiegel gebildet wird, füllt man durch ein zuvor in Wasser getauchtes Stück der Thonmasse, und darauf ebnet man den Tiegel wiederum inwendig mittelst eines Mönches, der am Ende keine Stahlspitze besitzt und zuvor in Wasser getaucht worden ist. Die Nonne *BB*, welche in eine Vertiefung des Fufses *EE* eingesetzt ist, hat übrigens keinen Boden, damit, wenn man sie abgenommen hat, der Tiegel leicht herausgestofsen werden kann. Auch ist der Fufs *EE*, wie man aus der Figur 5. ersieht, zur Aufnahme des Stahlstifts am Mönch in der Mitte konisch durchbohrt.

Die so erhaltenen Tiegel werden nicht gebrannt, sondern nur einige Tage lang auf einem warmen Stubenofen wohlgetrocknet. Fig. 6. zeigt einen solchen Tiegel in natürlicher Gröfse.

Alle Schlackenversuche werden in Kohlentiegeln vorgenommen. Um diese schnell und in Menge zu verfertigen, bedarf man zweier Instrumente, eines Reibeisens zum Formen der äufsern Begränzung, und eines Bohrers zum Aushöhlen der Tiegel. Das Reibeisen verfertigt Prof. Sefström, indem er ein Holzstück drehen läfst, welches genau die Gröfse und Gestalt des zum Formen der Thontiegel gebrauchten Mönches besitzt. Auf dieses Holzstück wird eine dicht anschliefsende Kappe von verzinntem Eisenblech geschoben, und nachdem sie wohl befestigt ist, mit einem dreiseitigen Meifsel symmetrisch eine Menge Löcher in dieselbe gestofsen. Nun wird das Holzstück fortgebohrt, das Reibeisen *A* (Fig. 7.) mit einer Handhabe *B* versehen, und mittelst dieser an die Axe einer Kurbel *C* befestigt.

Mit Hülfe dieses, durch die Kurbel in Umdrehung versetzten, Reibeisens läfst sich nun die Aufsenseite der

Kohlentiegel mit Leichtigkeit formen. Man nimmt übrigens eine dichte Kohle und schneidet sie vorher ein wenig zu.

Zum Aushöhlen der Kohlentiegel bedient man sich erstlich eines gewöhnlichen Bohrers, und darauf eines andern, gröfseren, der sich in eine Halbkugel verläuft, und sowohl hier wie an der Seite mit zugeschärften Furchen versehen ist. Man sieht diesen Bohrer in Fig. 8., und im Querschnitt in Fig. 9. Beim Bohren wird er übrigens auf die Axe der Kurbel *C* gesetzt, welche man zum Umdrehen des Reibeisens gebraucht hat *).

Oben werden die Kohlentiegel abgesägt, und zwar so weit, dafs sie, wenn sie in die Thontiegel gesetzt sind, nicht ganz bis zu deren Rändern reichen. Dann legt man einen Deckel darauf, der mit den Tiegeln aus derselben Kohle geschnitten ist. Da einige Schlacken beim Schmelzen auf spritzen, so pflegt man noch in die Oeffnung des Tiegels einen Kohlenstöpsel einzustecken. Fig. 9. zeigt alles Dieses, den Thontiegel mit dem eingesetzten Kohlentiegel nebst seinem Deckel und Stöpsel, in natürlicher Gröfse.

Beim Schmelzen stellt man die Tiegel, erforderlichen Falls vier auf einmal, ohne Beschlag, auf einen, auf den Boden des Ofens gelegten, halben, feuerfesten Ziegelstein, unter den man zuvor etwas Knochenasche gestreuet hat. Darauf füllt man den Boden des Ofens mit todter Kohle, legt einige glühende darauf, und wenn das Feuer sich etwa nach einer halben Stunde durch die Kohle hinab verbreitet hat, fängt man mit dem Blasen an. Nach beendigtem Blasen läfst man die Kohlen zusammensinken, und, wenn die Tiegel zum Vorschein kommen, löst man sie, bevor sie weiter erkalten, mit einer Zange von dem Steine ab, auf welchem sie stehen. Ist die Tiegelmasse gut, so kann man die Tiegel, ohne dafs man ein Zerspringen derselben zu befürchten braucht, auf eine kalte Gufseisenplatte setzen; und wenn die Kohle keinen Sand enthielt, läfst sich nicht selten ein und derselbe Tiegel

*) Mit diesen Vorrichtungen kostet der Ofen etwa 30 Thaler preufs.

viermal hinter einander zu einer gewöhnlichen Probe gebrauchen. Zu einem einstündigen Blasen gebraucht man übrigens ungefähr 2¾ Cubikfuſs Kohle.

VIII. *Ueber die rauchende Salpetersäure.*

Für die Herausgabe eines Compendiums der Chemie war ich gezwungen über die Darstellung und Destillation der Salpetersäure und Salzsäure einige Versuche anzustellen, von denen ich einige gelegentlich anführen werde, welche vielleicht, weil sie mit so gewöhnlichen Substanzen angestellt worden sind, einiges Interesse haben; von diesen will ich jetzt nur die Beobachtungen, welche ich bei der rauchenden Salpetersäure gemacht habe, erwähnen. Ich lieſs eine Quantität von 10—20 Pfund rauchender Salpetersäure durch meinen Gehülfen, Hrn. Landmann, bei einer Temperatur des Laboratoriums von —10° in einer Retorte, welche in einem Sandbade stand, sehr gelinde erwärmen; an die Retorte war ein sehr langes Rohr luftdicht angepaſst, welches rund herum mit einem Gemenge von Chlorcalcium und Schnee umgeben, und mit einer Vorlage und einem Entbindungsrohr in Verbindung gebracht wurde. Aus dem Entbindungsrohr entwickelte sich beim Erwärmen der rauchenden Salpetersäure kein gasförmiger Körper; in der Vorlage hatte sich eine Flüssigkeit angesammelt, welche aus zwei Schichten bestand; umgeschüttelt trennte sich die Flüssigkeit wieder in diese beiden Schichten, ungefähr so, als wenn man Oel und Wasser mit einander schüttelt. Die leichtere Flüssigkeit, welche von der schwereren getrennt wurde, kocht bei 28°, und behält diesen Kochpunkt von dem Augenblick an, wenn sie bis zum Kochen erhitzt war, bis die letzte Quantität verflüchtigt ist; ihr specif. Gewicht ist 1,455, sie zersetzt sich mit Wasser in Berührung gebracht, in Salpetersäure und Stickstoffoxyd; kurz sie zeigte alle Eigenschaften der von Dulong entdeckten Verbindung von salpetrichter Säure

mit Salpetersäure. Wenn dagegen die schwere Flüssigkeit erwärmt wurde, so stieg der Kochpunkt derselben von 28° immer höher und höher, je nachdem von der Flüssigkeit gröfsere Quantitäten überdestillirten, bis über 126°. Setzt man die Destillation fort, so wird die schwere Flüssigkeit, welche, wie die gewöhnliche rauchende Salpetersäure, intensiv roth gefärbt ist, farbenlos, wenn ungefähr die Hälfte übergegangen ist; von der übergegangenen Flüssigkeit besteht die eine Hälfte aus der leichteren, die andere aus der schwereren Flüssigkeit. Die schwere Flüssigkeit hat ein spec. Gewicht von 1,536. Eben so verhält sich die gewöhnliche rauchende Salpetersäure.

Aus diesen Versuchen folgt: dafs die rauchende Salpetersäure eine Auflösung der salpetrichten Salpetersäure in Salpetersäure ist, welche davon aber nur eine gewisse Menge, ungefähr die Hälfte ihres Gewichts aufzulösen vermag, so dafs man, wenn man die gewöhnliche rauchende Salpetersäure destillirt, eine schwere Flüssigkeit, eine gesättigte Auflösung nämlich von salpetrichter Säure in Salpetersäure, und eine leichtere Flüssigkeit, salpetrichte Salpetersäure nämlich, erhält. *ch.*

IX. *Ueber die Zersetzung des Harnstoffs und der Harnsäure durch höhere Temperatur.; von F. Wöhler.*

Die meisten Chemiker, welche sich mit Untersuchungen über den Harnstoff beschäftigten, haben den für einen organischen Körper so sonderbaren Umstand beobachtet, dafs er bei der Zerstörung durch Destillation keine Kohle hinterläfst, dafs er sich überhaupt nicht, was man nennt, verkohlt. Die Produkte von dieser Zersetzung sind indessen noch keiner näheren Untersuchung unterworfen worden, man weifs nur im Allgemeinen, dafs dabei eine grofse Menge kohlensaures Ammoniak gebildet wird. Nur Fourcroy und Vauquelin beschreiben den Verlauf

dieser Zersetzung näher *); sie beobachteten ganz richtig, dafs bei der Destillation der Harnstoff schmilzt, beständig kocht, indem er kohlensaures Ammoniak entwickelt, und dafs endlich ein Zeitpunkt eintritt, wo er in eine trockne, nicht mehr schmelzende Masse verwandelt ist, die sich, nach ihrer Beobachtung, bei verstärktem Feuer ganz erhebt und sich als weifse Kruste in dem oberen Theile der Retorte ansetzt. Auch die Eigenschaften dieses Sublimats gaben sie ganz richtig an, zogen aber den nicht richtigen Schlufs daraus, dafs es *Harnsäure* sey, und reihten an diese Supposition verschiedene physiologische Betrachtungen. Dieser Irrthum ist um so verzeihlicher, da wirklich diese Substanz mit der Harnsäure ziemlich grofse Aehnlichkeit hat, und da zu jener Zeit der allgemeine Stand der Wissenschaft es ganz unmöglich machte, ihre wahre Natur zu erkennen. Die frühere Untersuchung über den Harnstoff führte mich auch auf ein näheres Studium seiner Zersetzung durch höhere Temperatur, und die hierbei erhaltenen, wie ich glaube, nicht unmerkwürdigen Resultate will ich hier mittheilen.

Der Harnstoff, welcher mir zu diesen Versuchen diente, war aus Urin bereitet, er war vollkommen rein und in regelmäfsigen grofsen Krystallen angeschossen. So lange er nicht regelmäfsig, sondern mehr in Blättchen krystallisirt ist, darf man seiner Reinheit nicht trauen, und gewöhnlich hinterläfst er dann beim Erhitzen einen alkalischen Rückstand. Bei seiner Gewinnung mufs man zwei Vorsichtsmafsregeln nicht aufser Acht lassen; man mufs zu seiner Fällung aus dem eingedampften Urin eine Salpetersäure anwenden, die keine salpetrichte Säure enthält, weil diese einen grofsen Theil des Harnstoffs zerstört, und man mufs nicht versäumen, den gefällten salpetersauren Harnstoff einigemal mit eiskaltem Wasser auszuwaschen, und darauf zwischen ungeleimtem Papier so stark wie möglich auszupressen. Ohne dieses Verfahren bleibt ihm

*) Gehlen's Journal, 1808, Bd. VI. p. 409.

ihm viel von der färbenden Substanz des eingedampften Urins beigemengt, die sich nachher selbst durch die beste thierische Kohle nur unvollständig wegschaffen läfst. Wenn man Harnstoff in unreinem, sehr gefärbtem Zustande erhalten hat, so läfst er sich auch viel leichter und sicherer in reinem Zustande darstellen, wenn man seine Auflösung von Neuem mit Salpetersäure niederschlägt, als wenn man sie mit thierischer Kohle kocht. — Zur Abscheidung der Salpetersäure schien mir die Anwendung von kohlensaurem Baryt vor kohlensaurem Kali einen Vorzug zu haben, weil die salpetersaure Baryterde in Alkohol gewifs noch weniger als Salpeter auflöslich ist. Indessen scheint doch eine Auflösung von Harnstoff in absolutem Alkohol für die salpetersauren Salze von Kali, Baryt und Bleioxyd ein gröfseres Auflösungsvermögen zu haben, als reiner Alkohol. Auf keinen Fall darf man das eingedampfte Gemenge von Harnstoff und salpetersaurem Salz mit Alkohol auskochen, wodurch viel salpetersaures Salz mit aufgelöst werden würde, man darf es nur bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Alkohol maceriren, wozu freilich viel mehr erforderlich ist. — In fast allen chemischen Büchern wird angegeben, dafs eine Auflösung von Harnstoff in Wasser durch Kochen sehr bald in kohlensaures Ammoniak zersetzt werde; aber diefs ist ein Vorurtheil, welches wahrscheinlich in der Verwechselung einer kochenden Harnstoff-Auflösung mit dem Kochen des so leicht schmelzbaren, flüssig gewordenen Harnstoffs seinen Grund hat. Ich habe eine ziemlich concentrirte Auflösung von Harnstoff lange im Sieden erhalten, ohne dafs sich auch nur eine Spur von kohlensaurem Ammoniak entwickelt hätte. Sobald aber durch das Kochen alles Wasser verflüchtigt ist, erhöht sich die Temperatur des geschmolzenen Harnstoffs, und indem er sich zersetzt, fängt er an zu kochen, was allerdings gerade so aussieht, wie wenn seine Auflösung kochte. Sein Schmelz-

punkt ist ungefähr bei +120° C., und nicht weit darüber liegt die Temperatur, wobei er sich zersetzt.

Bis zu dieser Temperatur erhitzt, fängt er an, stark zu kochen, was vom Entweichen von erzeugtem kohlensauren Ammoniak herrührt, welches als eine krystallinische Kruste sehr bald den ganzen inneren Retortenhals überzieht, und welches keine Spur von Blausäure enthält. Nach einiger Zeit sieht man, dafs sich in dem flüssigen Harnstoff eine feste körnige Substanz ausscheidet, deren Menge immer mehr zunimmt, so dafs der Harnstoff bald unklar, dickflüssig und breiartig wird; endlich ist die Masse in ein trocknes, graues oder schmutzig-weifses Pulver verwandelt, und nun entwickelt sich auch kein kohlensaures Ammoniak mehr. Man hört dann auf die Retorte zu erhitzen, was am besten mit einer grofsen Spirituslampe geschah.

Die so erhaltene Substanz scheint in kaltem Wasser ganz unauflöslich zu seyn, aber in vielem kochenden Wasser löst sie sich bis auf wenige schmutzige Materie vollständig auf. Aus der filtrirten, farblosen Auflösung scheidet sie sich beim Erkalten in Gestalt kleiner, vollkommen weifser, glänzender Krystalle ab. Sie sind die Cyansäure von Serullas. Es würde eine überflüssige Weitläuftigkeit seyn, wollte ich die Versuche und Erscheinungen anführen, welche mich auf diese Thatsache geführt haben. Eben so überflüssig wäre eine Beschreibung der Eigenschaften dieser Säure, da sie schon hinreichend genau von Serullas angegeben sind. Nur über ihren Wassergehalt und über ihr Verhalten bei der Sublimation will ich einige Bemerkungen hinzufügen.

Es scheint Serullas ganz entgangen zu seyn, dafs die Cyansäure eine beträchtliche Menge chemisch gebundenes Wasser enthält, wenigstens führt er darüber in seiner Abhandlung nichts an. Wenn man Krystalle dieser Säure in der Luft liegen läfst, so werden sie bald undurchsichtig und milchweifs, ohne aber zu zerfallen.

Wenn man sie gelinde erhitzt, so verlieren sie 23,4 Proc. Wasser, oder eine Quantität, deren Sauerstoffgehalt $\frac{2}{3}$ von dem der Säure ist. Diese Zahl ist das Mittel von drei Versuchen, mit Cyansäure aus Harnstoff und mit solcher aus Chlorcyan, die von Serullas selbst aus letzterem bereitet war. Die Krystallform der wasserhaltigen Säure ist nicht rhomboëdrisch, wie Serullas angiebt, sondern zwei und eingliedrig. Aber sie kann auch, wie ich gefunden habe, ohne Wasser krystallisiren, und bildet dann ein niedriges Quadratoctaëder. Man erhält sie so in wasserfreiem Zustande krystallisirt, wenn man sie in heifser concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure auflöst. Das Quadratoctaëder erscheint dann gewöhnlich in Gestalt einer geschobenen 4seitigen Säule mit 2flächiger Zuspitzung, ähnlich den Schwerspathkrystallen. Bei langsamer Krystallisation erhält man sie aber auch in regelmäfsigen Quadratoctaëdern; sie verwittern nicht, aber beim Erwärmen decrepitiren sie sehr stark.

Ueber das Verhalten der Cyansäure in höherer Temperatur giebt Serullas nur an, dafs sich ein Theil unter Abscheidung von Kohle zersetze. Aber diese Zersetzung ist, wie ich gefunden habe, viel merkwürdiger. — Wenn man die von Wasser befreite Säure in einer kleinen Retorte erhitzt, so erhebt sich bald ein weifses, theils fein krystallinisches, theils blofs mehliges Sublimat, welches unveränderte Cyansäure ist, die sich aber nur sehr schwer in kochendem Wasser auflöst, und sich in dieser Hinsichtganz ähnlich wie der gebrannte Alaun zu verhalten scheint. Ein anderer, wiewohl geringerer Theil der Säure wird aber bei dieser Sublimation zersetzt, doch ohne Abscheidung von Kohle, es werden Gase, wahrscheinlich Stickgas und Kohlensäuregas entwickelt, die in hohem Grade den durchdringenden Geruch der cyanichten Säure haben. Kühlt man dabei den Hals der Retorte und die Vorlage etwas ab, so sieht man auf ihrer inneren Fläche dünne ätherartige Streifen sich ansetzen,

die zu einer klaren Flüssigkeit zusammenfliefsen. Sie ist die reine cyanichte Säure, oder dieselbe Säure, die ich früher Cyansäure genannt habe, und deren Isolirung auf anderen Wegen bis jetzt noch nicht gelungen war. Sie ist eine klare, farblose, sehr flüchtige Flüssigkeit von einem höchst durchdringenden Geruch, und reizt besonders stark die Augen. Mit Wasser zersetzt sie sich unter Erhitzung augenblicklich in kohlensaures Ammoniak, und wenn man den Dampf von der Destillation der Cyansäure in eine inwendig befeuchtete Vorlage leitet, so verwandelt sich das Wasser mit der cyanichten Säure in krystallinisches kohlensaures Ammoniak. Leitet man ihn aber in kaustisches Ammoniak, so erhält man nach dem Abdampfen Harnstoff in farblosen Krystallen, der sich auch als eine voluminöse wollige Vegetation an der Mündung des Retortenhalses bildet, wenn man jenen Dampf in eine mit flüssigem Ammoniak nur befeuchtete Vorlage leitet. Aber er scheint sich auch mit reinem Wasser zu erzeugen, denn einige Tropfen Wasser in der Vorlage, in die der Dampf von cyanichter Säure geleitet wurde, fingen bald an von selbst Gas zu entwickeln, ohne Zweifel kohlensaures Gas, indem das anfangs gebildete kohlensaure Ammoniak von der später kommenden cyanichten Säure zersetzt und in Harnstoff verwandelt wurde. — Ich bedaure, dafs ich wegen der geringen Menge von Material verhindert war, die Versuche mit dieser Säure gegenwärtig weiter auszudehnen; indessen, reichen sie, mit allen übrigen Erscheinungen und Thatsachen zusammengenommen hin, um zu beweisen, dafs die bei der Destillation der Cyansäure entstehende flüchtige Flüssigkeit cyanichte Säure ist, und dafs der essigsäureähnliche stechende Geruch, welchen das aus den cyanichtsauren Salzen, mit wäfsrigen Säuren entwickelte Kohlensäuregas besitzt, wirklich von einer kleinen Menge cyanichter Säure herrührt, die mit dem Kohlensäuregas unzersetzt weggeführt wird.

Die Aehnlichkeit in den Eigenschaften der Cyansäure und denen, welche von der sogenannten brenzlichen Harnsäure angegeben werden, und auch, wenn ich mich so ausdrücken darf, die physiologische Verwandtschaft zwischen Harnstoff und Harnsäure, veranlafsten mich, auch die Produkte von der Destillation der Harnsäure und besonders die sogenannte brenzliche Harnsäure zu untersuchen. Ich nahm hierzu eine grofse Portion Schlangen-Excrement, welches zuvor in fein gepulvertem Zustand einen Tag lang mit Salzsäure macerirt wurde, um dadurch den phosphorsauren Kalk und besonders das Ammoniak auszuziehen, worauf es ausgewaschen, sehr stark getrocknet und bei Rothglühhitze destillirt wurde. Ich überzeugte mich bald, dafs die brenzliche Harnsäure in der That nichts Anderes als Cyansäure ist. — Die ausführlichste und neuste Untersuchung über die brenzliche Harnsäure ist von Chevallier und Lassaigne. Bei der Analyse derselben bekamen sie 4 Volumen Kohlensäuregas auf 1 Vol. Stickgas, und fanden dabei 10 Proc. Wasserstoff. Es ist schwer einzusehen, wie sie zu einem so unrichtigen analytischen Resultat gelangen konnten, da es ihnen so leicht hätte werden können, die ersten Entdecker der Cyansäure zu seyn; denn sie haben offenbar mit keiner anderen und auch keiner verunreinigten Säure gearbeitet, wiewohl sie ihre Eigenschaften nicht ganz exact beschrieben haben.

Nachdem ich gefunden hatte, dafs sich die Cyansäure bei der Destillation theilweise in cyanichte Säure umwandelt, und dafs die brenzliche Harnsäure von der Cyansäure nicht verschieden ist, lag es sehr nahe, auf die Idee zu kommen, es könne bei der Destillation der Harnsäure auch Harnstoff erzeugt werden, nämlich aus dem hierbei entstehenden Ammoniak und aus der cyanichten Säure, die sich möglicherweise aus wieder zersetzter Cyansäure bilden könnte. Nichts war leichter, als die Richtigkeit dieser Vermuthung zu beweisen und zu fin-

den, dafs das brenzliche Destillat von der Zerstörung der Harnsäure wirklich der Hauptsache nach wohl halb aus Cyansäure und halb aus Harnstoff besteht.

Bei der Destillation der stark getrockneten Harnsäure erhält man gar kein flüssiges Product, aber eine aufserordentliche Menge von Blausäure. Das Sublimat ist zwar anfangs weich, aber es erhärtet sehr bald an der Luft. Es ist hellbraun oder gelb und riecht stark nach blausaurem Ammoniak; zum Theil besteht es auch aus ganz farblosen, dünnen Krystallblättchen. Will man daraus die Cyansäure in reinem Zustande abscheiden, so ist diefs ohne Zerstörung des Harnstoffs nicht wohl möglich, geschieht aber am besten, indem man dasselbe noch weiter so lange erhitzt, als sich noch kohlensaures Ammoniak daraus entwickelt, worauf man den Rückstand in kochendem Wasser auflöst, filtrirt und die Cyansäure krystallisiren läfst. Oder auch man löst das unreine Sublimat in heifser Salpetersäure auf, wodurch der Harnstoff zerstört und die Cyansäure beim Erkalten in Krystallen erhalten wird, die man in reinem Wasser umkrystallisirt. — Der Harnstoff läfst sich aus dem rohen Sublimat mit kaltem Wasser ausziehen; diese Auflösung dampft man ab und zieht dann den Harnstoff mit Alkohol aus. Aber selbst nach einer mehrmaligen Behandlung mit Alkohol, sieht man auf dem so erhaltenen, krystallisirenden Harnstoff sich kleine, gelbliche, undurchsichtige Warzen bilden, die Cyansäure sind, und die, wie aus dieser schwierigen Trennbarkeit hervorzugehen scheint, entweder in einer Harnstoff-Auflösung bei weitem auflöslicher ist, als in blofsem Wasser, oder wirklich sonst eine Art von Verbindung mit dem Harnstoff eingeht, worauf auch der Umstand beruhen mufs, dafs die so gebildete Cyansäure nicht durch blofse Krystallisation, sondern nur auf die eben angegebene Weise rein und in bestimmten Krystallen erhalten werden kann. Soviel ist indessen gewifs, dafs man aus dem Sublimat den Harnstoff durch wiederholte

Behandlung mit Alkohol und die Cyansäure durch Erhitzen oder durch Behandlung mit Salpetersäure rein erhalten kann. — Diese Erzeugung des Harnstoffs bei der Destillation der Harnsäure scheint indessen, wie ich nachher fand, schon von Fourcroy und Vauquelin beobachtet worden zu seyn; in der oben angeführten Abhandlung sagen sie, dafs man ein Sublimat erhalte, »welches in der Form, in der gelblichen Farbe, in dem kühlenden Geschmack, in der Auflöslichkeit im Wasser und der Fällbarkeit aus demselben durch Salpetersäure, dem Harnstoff sehr ähnlich sey.« — Diese Umwandlungen der beiden Hauptbestandtheile des Urins, des Harnstoffs in Cyansäure und kohlensaures Ammoniak, und der Harnsäure in Harnstoff und Cyansäure, können vielleicht auch in physiologischer Hinsicht künftig einmal merkwürdig werden, und über gewisse krankhafte Zustände und abnorme Depositionen des Urins Licht verbreiten; ja ich würde es für gar nicht so unwahrscheinlich halten, dafs man einmal bei absichtlich darauf gelenkter Aufmerksamkeit und bei einer Revision der Blasensteine aus Harnsäure darunter Concretionen fände, die aus Cyansäure beständen, da diese Säure wegen ihrer Schwerlöslichkeit und sonstigen Aehnlichkeit mit der Harnsäure, wenn ihre Erzeugung im Urine wirklich erwiesen wäre, gewifs ganz ähnliche Concretionen bilden könnte, wie die Harnsäure.

Im Zusammenhange mit diesen Untersuchungen habe ich auch einige Versuche über die Zersetzung des Cyans mit Wasser angestellt, besonders in der Absicht, um auszumitteln, ob dabei Cyansäure und Harnstoff gebildet werden. — Da das Wasser nur etwa 4 Vol. Cyangas aufnimmt, und man also auf eine grofse Menge Wasser nur wenig zersetztes Cyan hat, so liefs ich, um eine weniger verdünnte Auflösung zu erhalten, dieselbe Portion Wasser, nachdem sie mit Cyangas gesättigt war, und dieses sich nach einigen Tagen zersetzt hatte, von Neuem sich mit Cyan sättigen und von Neuem zersetzen. — Die

von der abgesetzten braunen Substanz abfiltrirte Flüssigkeit war gelb, und wurde bis zur Syrupsconsistenz abgedampft. Sie gestand nach dem Erkalten zu einer weichen braunen Masse, von der sich ein Theil mit lebhaft gelber Farbe in Wasser auflöste, der andere als eine gelbbraune Materie ungelöst zurückblieb. Nach dem Abdampfen der Auflösung blieb eine krystallinische Masse, aus der sich durch wiederholte Behandlung mit Alkohol, oder auch durch Vermischen mit Salpetersäure wohl charakterisirter Harnstoff abscheiden liefs. Seine Bildung in diesem Falle geschieht also ebenfalls aus rein unorganischen Stoffen, aus Cyan und Wasser, wahrscheinlich aber indem sich aus diesen zuerst cyanichte Säure und Ammoniak erzeugen. — Die übrigen Stoffe von der Zersetzung des Cyans mit Wasser habe ich nur so weit untersucht, um mich zu überzeugen, dafs sie keine Cyansäure sind, oder diese nicht enthalten. Es scheinen hierbei noch zwei farblose und krystallisirbare Substanzen zu entstehen, von denen die eine wenigstens ein Ammoniaksalz und wahrscheinlich dieselbe ist, welche schon Vauquelin beobachtet *) und für ein cyansaures Salz erklärt hat, was sie aber auf keinen Fall ist.

Nachschrift. Wenn man die Producte der trocknen Destillation des Harnstoffs, wie sie S. 622. aufgeführt worden sind, mit den bekannten Bestandtheilsverhältnissen dieses Körpers aufmerksam vergleicht, so wird man finden, dafs beide in einem auffallenden Widerspruch mit einander stehen. Denn bekanntlich ist der Harnstoff, sowohl nach seiner Analyse als nach seiner Synthese, so zusammengesetzt, dafs er sich als wasserhaltiges cyanigsaures

*) *Annals de chimie et physique*, *T. IX. p.* 113.

Ammoniak, als $\bar{N}\bar{H}^3 + C\bar{N}O + \dot{\bar{H}}$, betrachten läfst. Dagegen zerfällt derselbe, wie Prof. Wöhler vorhin gezeigt hat, bei der trocknen Destillation in: Cyansäure ($C\bar{N}O^2$), Kohlensäure (CO^2) und Ammoniak ($\bar{N}\bar{H}^3$). Dafs beide Resultate unvereinbar sind, ist leicht aus dem Folgenden zu ersehen. Addirt man nämlich die Elemente von

4	Atomen	Ammoniak	=	8N + 24H		
2	-	Kohlensäure	=		2C + 4O	
2	-	cyaniger Säure	=	4	4	2
				12N + 24H + 6C + 6O		

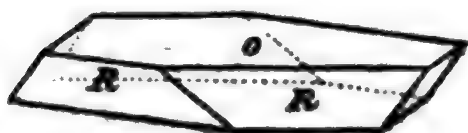
so hat man offenbar die Bestandtheile von 3 Atomen Harnstoff, wie sich leicht aus der Formel: $\bar{N}\bar{H}^3 + \bar{N}CO + \dot{\bar{H}}$ durch Addition der einzelnen Elemente und Verdreifachung derselben ergiebt. Nach der Formel müfste also, wenn Ammoniak und Kohlensäure entweichen, cyanige Säure zurückbleiben, oder, wenn Cyansäure zurückbleibt, und diese, wie Serullas gefunden hat, in 2 Atomen aus $4N + 4C + 4O$ besteht, Ammoniak nebst Kohlenoxydgas davongehen. Mit beiden Resultaten steht aber, wie gesagt, die Erfahrung in Widerspruch, und mit letzterem auch dann, wenn man annimmt, die Cyansäure bestehe aus $4N + 4C + 3O$; denn dann bliebe, statt der Kohlensäure, Oxalsäure übrig. Das Räthsel kann also nur durch neue Versuche gelöst werden. Ein bemerkenswerther Umstand in der Zusammensetzung des Harnstoffs ist es übrigens noch, dafs dieser Körper, der sich als wasserhaltiges cyanigsaures Ammoniak betrachten läfst, auch als eine Verbindung von wasserfreiem cyanigsaurem Ammoniak mit wasserfreiem basisch kohlensaurem Ammoniak angesehen werden kann (wenn gleich beide Salze für sich in wasserfreiem Zustande nicht bestehen können). Man überzeugt sich davon leicht, wenn man die Formel

für den Harnstoff drei Mal unter einander hinschreibt. Zwei Atome wasserfreies cyanigsaures Ammoniak lassen sich unmittelbar davon fortnehmen, und es bleiben dann 1 Atom Ammoniak, 3 Atomen Wasser und 1 At. cyaniger Säure zurück. Letztere bildet mit den 3 At. Wasser 1 At. neutrales kohlensaures Ammoniak, und dieses mit dem noch vorhandenen 1 Atom Ammoniak wiederum 2 At. wasserfreies basisch kohlensaures Ammoniak.

P.

X. *Ueber künstliche Krystalle von Eisenoxyd.*

Herr **Fikentscher** machte mich auf diese Krystalle, welche in einem Töpferofen in der Oranienburger Fabrik sich bilden, aufmerksam; der Besitzer dieser Fabrik, Hr. Commerzienrath **Hempel**, schickte mir sogleich auf meine Bitte recht schöne Exemplare.



Gewöhnlich kommt das Rhomboëder nur mit der Endfläche *o* vor, welche bei diesen Krystallen, wie bei den natürlichen, sehr grofs ist. Glanz, Härte, Strich und alle andere Eigenschaften sind bei diesen ganz so wie bei den natürlichen; ganz kleine Krystalle, welche dünne Blättchen bilden, sind durchsichtig mit rother Farbe, wie Eisenglimmer. Die Flächen waren sehr glänzend, und gut mefsbar; die Winkel waren dieselben, wie beim natürlichen Eisenglanz.

Diese künstlichen Krystalle gleichen den vulcanischen auch in den unbedeutendsten Eigenschaften, so dafs man auf eine ähnliche Bildung dieser und der vulcanischen Krystalle zu schliefsen berechtigt ist; wodurch auf eine genügende Weise erklärt wird, wie das Eisenoxyd, welches nicht flüchtig ist, sich an Stellen in Vulcanen an-

gelegt haben kann, wohin es nur in Dampfform gelangen konnte (Gay-Lussac, *sur les Volcans; Annales de chimie et de physique*, *Tom. XXII. p.* 415.). Die künstlichen Krystalle haben sich nämlich in einem Töpferofen gebildet, in welchem die Geschirre, nachdem sie erhitzt worden sind, durch Kochsalz, welches man hineinwirft, glasirt werden. Der Töpferthon besteht hauptsächlich aus Kieselerde, Thonerde, etwas Eisenoxyd und anderen Bestandtheilen, welche für die Zersetzung, welche ich gleich anführen werde, von keiner weiteren Bedeutung sind. Das Kochsalz, welches schon etwas jenseits der Rothglühhitze sich verflüchtigt, wird gasförmig, wenn man es in den heifsen Ofen wirft, und kommt so mit der Oberfläche der Geschirre in Berührung; es würde aber keine weitere Zersetzung hervorbringen, wenn nicht zugleich Wasserdämpfe im Ofen gegenwärtig wären; diese werden zersetzt, Chlorwasserstoffsäure bildet sich und entweicht, und das gebildete Natron verbindet sich mit der Kieselerde der Geschirre und bildet damit einen glasartigen Ueberzug. Was das Eisenoxyd anbetrifft, so wäre es möglich, dafs Kieselerde, Kochsalz und Eisenoxyd sich so zersetzen, dafs Natron gebildet wird, und Chloreisen sich verflüchtigt. Ein Gemenge dieser Substanzen wurde eine Stunde lang geglüht; das zugesetzte Eisenoxyd war vorher gewogen worden; es wurde nachher durch Säure ausgezogen und bestimmt; es hatte nichts an Gewicht verloren. Eben so wenig findet eine Zersetzung statt, wenn man in einem Rohr ein Gemenge von Kochsalz, Eisenoxyd und Kieselerde glüht und darüber Wasserdämpfe streichen läfst; es bildet sich dabei viel Chlorwasserstoffsäure, aber kaum eine Spur von Chloreisen, und in der geschmolzenen Masse im Rohr bleibt das Eisenoxyd krystallinisch zurück. Wenn aber Chlorwasserstoffsäure über erhitztes Eisenoxyd geleitet wird, so bildet sich Chloreisen, welches sich sublimirt, und Wasser; wird das Chloreisen mit mehr Wasser in Berührung ge-

bracht, so entwickelt sich zuerst Chlorwasserstoffsäure, dann sublimirt sich Chloreisen, und Eisenoxyd bleibt schön krystallisirt zurück. Die Bildung des Chloreisens durch Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure auf Eisenoxyd bei einer erhöhten Temperatur scheint also von der geringeren oder grösseren Menge Wasser, welche der Chlorwasserstoffsäure beigemengt ist, abhängig zu seyn.

Die Bildung des krystallisirten Eisenoxyds in noch thätigen Vulcanen, oder in Gegenden, die durch Vulcane einst entstanden oder verändert worden sind, und in denen man eine Sublimation des Eisenoxyds annehmen müfste, beruht also darauf, dafs Kochsalz und Wasserdämpfe zugleich, das Meerwasser z. B., auf Kieselerde oder auf Kieselverbindungen, einwirken und Chlorwasserstoffsäure bilden, und dafs diese Chlorwasserstoffsäure entweder rein oder nur mit sehr wenig Wasser gemischt mit Eisenoxyd oder eisenhaltigen Verbindungen in Berührung kommt; dadurch entsteht Chloreisen, welches nachher wiederum durch Wasserdämpfe zersetzt wird, und wenn die Zersetzung sehr langsam geschieht, das Eisenoxyd in grofsen Krystallen zurückläfst.

Verbrennt man Eisen bei hinreichendem Zutritt der Luft vor dem Gebläse, in Sauerstoffgas, oder überhaupt so, dafs eine hohe Temperatur bei der Verbrennung entsteht: so bildet sich Magneteisenstein, eine Verbindung von Eisenoxyd und Eisenoxydul. Ich besitze schöne und grofse Octaëder, welche durch Verbrennen des Eisens in Flammenofen gebildet worden sind. Zersetzt man das Chloreisen, wie ich vorher angeführt habe, oder schwefelsaures oder salpetersaures Eisen, oder läfst von den Pyrophor von metallischem Eisen, welchen man durch Reduction des Eisens durch Wasserstoff- oder Kohlenoxydgas erhält, an der Luft verbrennen, so erhält man Eisenoxyd, welches wahrscheinlich, bis zur Weifsglühhitze erhitzt, schmelzen wird, und indem es etwas Sauerstoff abgiebt, in Magneteisenstein sich umändern wird. Das Eisenoxyd hat eine grofse Neigung zum Krystallisiren, denn aus salpetersaurem, schwefelsaurem Eisenoxyde oder aus wasserhaltigem Chloreisen durch Glühen dargestellt, ist es ganz krystallinisch. *ch.*

XI. *Ueber den Thorit, ein neues Mineral, und eine darin enthaltene neue Erde, die Thorerde; von J. J. Berzelius.*

(Aus einem Schreiben an den Herausgeber.)

— Der Probst Esmark, zu Brevig in Norwegen, hat in der Nachbarschaft dieser Stadt ein neues Mineral entdeckt, welches mir von dessen Vater, dem berühmten Mineralogen Esmark, zur Untersuchung übersandt worden ist, in der Vermuthung, daſs es eine Tantalitart sey. Es kommt im Syenit vor, auf den Inseln in der Nähe von Brevig. Es ist derb und schwarz, spröde und halb hart. Auf dem Bruche besitzt es einen Glasglanz, ganz wie der Gadolinit; hie und da ist es mit einem rothen Anflug überzogen. Sein Pulver ist dunkelbraun, sein specifisches Gewicht =4,8. Vor dem Löthrohr giebt es Wasser und wird gelb.

Dieſs Mineral enthält eine neue Erde, welche so viele von den Eigenschaften der vormaligen Thorerde besitzt, daſs ich anfangs glaubte, die letztere habe wirklich diese neue Erde enthalten, was jedoch, wie ich späterhin gefunden habe, nicht der Fall gewesen ist. Aus diesem Grunde habe ich die neue Erde: *Thorerde* genannt.

Die Zusammensetzung des Minerals ist folgende:

Thorerde	57,91
Kalkerde	2,58
Eisenoxyd	3,40
Manganoxyd	2,39
Talkerde	0,36
Uranoxyd	1,58
Bleioxyd	0,80
Zinnoxyd	0,01
Kieselerde	18,98
Wasser	9,50
Kali	0,14
Natron	0,09
Thonerde	0,06
Unlösliches Steinpulver	1,40
	99,71.

Die Thorerde hat folgende Eigenschaften: Sie ist farblos, unschmelzbar, nach starkem Glühen unlöslich in anderen Säuren als Schwefelsäure, und nimmt ihre Löslichkeit durch Brennen mit Alkali nicht wieder an. Sie ist unlöslich in kaustischen Alkalien, dagegen löslich in kohlensauren, und wird aus diesen durch Erwärmung zum Theil gefällt, beim Erkalten aber wieder aufgelöst. Ihre Salze schmecken rein zusammenziehend. Das schwefelsaure Salz gesteht beim Kochen zu einer dicken Masse, wenn die Lösung concentrirt gewesen ist; das Gefällte löst sich wiederum im kalten Wasser. Diese Eigenschaft ist die ausgezeichnetste im Charakter der neuen Erde. Sie wird, wie die Ceriumsalze, vom schwefelsauren Kali gefällt, wenn man ihre Auflösung mit demselben sättigt. Der Niederschlag ist ein in reinem Wasser lösliches Doppelsalz. Sie wird, wie die Yttererde, vom Cyaneisenkalium gefällt.

Die Thorerde wird vom Kalium nicht reducirt, wohl aber das Chlorthorium, welches sich eben so wie das Chloraluminium bereiten läfst. Die Reduction geschieht unter einer schwachen Detonation. Das Product ist eine graue pulverförmige Metallmasse, welche sich in Salzsäure leicht, in Schwefel- und Salpetersäure aber sehr träge löst. Wasser und Alkalien wirken nicht auf das Metall. Das Thorium nimmt durch Daraufdrücken einen stark metallischen Strich an; es verbrennt mit eben dem Glanz, wie der Phosphor im Sauerstoffgas, und läfst dabei die Erde ungeschmolzen und farblos zurück.

Meine ausführliche Untersuchung, sowohl über die Thorerde, als über das neue Mineral, für welches ich den Namen *Thorit* vorschlage, werde ich in der Folge aus den *K. Vetensk. Academiens Handlingar* mittheilen.

erlin. — Mai. 1829.

Tag.	Baro[illegible] 9 U.	3 U.	Wetter. 9 U.	12 U.	3 U.
1	31,72	SW.	vermischt	vermischt	trübe
2	31,50	W.	trübe	- -	heiter
3	34,21	SW.	vermischt	- -	vermischt
4	31,97	SW.	- -	trübe	bedeckt
5	33,0[illegible]	WNW.	heiter	heiter	heiter
6	38,4[illegible]	SSW.	- -	- -	- -
7	36,6[illegible]	SW.	- -	- -	- -
8	36,0[illegible]	SW.	vermischt	vermischt	vermischt
9	37,4[illegible]	NNW.	trübe	trübe	bedeckt
10	36,7[illegible]	ONO.	heiter	vermischt	- -
11	36,8[illegible]	NNO.	heiter	heiter	trübe
12	35,2[illegible]	N	- -	- -	heiter
13	34,3[illegible]	W.	trübe	vermischt	bedeckt
14	35,5[illegible]	NW.	- -	- -	- -
15	35,5[illegible]	W.	- -	bedeckt	vermischt
16	35,7[illegible]	N.	- -	Regen	- -
17	37,[illegible]	N.	- -	vermischt	- -
18	37,[illegible]	O.	vermischt	heiter	heiter
19	37,[illegible]	O.	heiter	- -	- -
20	37,[illegible]	NO.	- -	- -	- -
21	35,[illegible]	NO.	heiter	vermischt	vermischt
22	38,[illegible]	NO.	- -	heiter	heiter
23	39,[illegible]	O.	- -	- -	- -
24	38,[illegible]	OSO.	- -	- -	- -
25	38,[illegible]	NO.	- -	- -	- -
26	39,[illegible]	O.	- -	- -	vermischt
27	38[illegible]	NO.	- -	vermischt	heiter
28	37,[illegible]	still	vermischt	- -	vermischt
29	35,[illegible]	O.	heiter	heiter	bedeckt
30	35,[illegible]	W.	bedeckt	bedeckt	Regen
31	34[illegible]	NW.	- -	- -	vermischt
	335,[illegible]	10			
	336[illegible]	20			
	337[illegible]	31			
	336[illegible]	31			

lin. — Juni 1829.

Tag.	Baromete 9 U.	12 U.		Wetter. 9 U.	12 U.	3 U.
1	334,46	33	W.	vermischt	bedeckt	bedeckt
2	36,43		W.	bedeckt	Regen	Regen
3	34,91		W.	- -	bedeckt	- -
4	31,71		NW.	- -	vermischt	bedeckt
5	28,90		W.	Regen	Regen	vermischt
6	32,09		N.	bedeckt	- -	- -
7	34,70			vermischt	bedeckt	
8	37,28		W.	heiter	heiter	heiter
9	38,28		O.	vermischt	- -	- -
10	37,89		O.	- -	- -	vermischt
11	38,46		O.	heiter	heiter	heiter
12	39,12		O.	- -	- -	ganz heiter
13	38,94		N.	ganz heiter	ganz heiter	- -
14	38,91		W.	heiter	heiter	- -
15	38,43		O	- -	- -	- -
16	36,71		O.	ganz heiter	ganz heiter	- -
17	33,67		O.	- - - -	- - - -	- -
18	34,37		O.	trübe	bedeckt	heiter
19	34,42		W.	bedeckt, Regen	bedeckt, Regen	bedeckt
20	34,08		S.	trübe	heiter	Gewitter, Hag
21	36,2			heiter	heiter	heiter
22	36,9		O.	- -	- -	- -
23	36,8		SO.	- -	- -	- -
24	37,2		O.	- -	- -	- -
25	36,6		O.	- -	- -	- -
26	33,4		W.	- -	- -	vermischt
27	34,1		W.	vermischt	bewölkt	bedeckt
28	30,7		S.	- -	heiter	heiter
29	30,1		SW.	- -	vermischt	- -
30	32,		W.	- -	bedeckt	bedeckt
		10				
	334,	20				
	336,	80				
	334,	80				
	225,					

Bemerkungen. — A. 17. Ab. 6h Gewitter aus SV mit Hagel; 20. Nachmitt. 3h Gewitter mit Hag — 26. Nachmitt. 2h Gewitter. — 22. Morg. Hei rauch.

Tag.	Barometer 9 U.	12 U.	Wetter 9 U.	12 U.	3 U.
1	335,23	335	heiter	heiter	heiter
2	33,90	33 D.	- -	- -	vermischt
3	35,14	34	vermischt	- -	bedeckt
4	31,99	32	- -	bewölkt	heiter
5	31,72	31	- -	bedeckt	- -
6	32,06	32	- -	- -	bedeckt
7	34,45	34	bedeckt	Regenschauer	- -
8	32,29	3	- -	bedeckt	Regen
9	32,56	3	- -	vermischt	bedeckt
10	33,69	3 W.	- -	bedeckt	- -
11	34,33	3	vermischt	heiter	vermischt
12	32,84	3	- -	vermischt	- -
13	34,82	3	heiter	heiter	heiter
14	36,61	3 V.	- -	vermischt	- -
15	36,20	3	- -	heiter	- -
16	34,28	3	- -	vermischt	vermischt
17	35,91	3 W.	bedeckt	bedeckt	heiter
18	33,88	3	- -	- -	vermischt
19	33,15	3	- -		
20	34,05	3	heiter	vermischt	
21	36,09		bedeckt	heiter	bedeckt
22	37,39	V.	- -	bedeckt	- -
23	36,95	V.	- -	- -	- -
24	37,19	V.	heiter	heiter	heiter
25	36,97		- -	- -	- -
26	35,24	O.	- -	- -	- -
27	34,44	V.	bedeckt	- -	- -
28	35,71	V.	- -	bedeckt	bedeckt
29	35,44		- -	- -	- -
30	34,43	V.	heiter	- -	heiter
31	32,88	V.	bed. 5h M. Gew.	- - Regen	bedeckt
	333,31	3			
	334,61	3			
	335,73	3			
	334,57	3			

Bemerk. — 12. Morg. 9h½ Gewitt. — 31. Morg. 5—6h Gewitter, Nachts Regen und Sturm.

Berlin. — August 1829.

Tag.	Ba.		Wetter.		
	9.	3 U.	9 U.	12 U	3 U.
1	33	W.	Regen, stürmisch	Regen	bedeckt
2	3	WSW.	- -	bedeckt	- -
3	3	W.	vermischt	vermischt	heiter
4	3	SW.	- -	- -	vermischt
5	3	SSW.	heiter	heiter	- -
6			- -	- -	
7	3	WNW.	- -	- -	bedeckt
8	3	N.	bedeckt	bedeckt	vermischt
9	3		heiter	heiter	
10	3	SW.	- -	- -	heiter
11	3.	NW.	bedeckt	heiter	vermischt
12	3.	WNW.	heiter	- -	heiter
13	3	N.	- -	vermischt	- -
14	3		- -	heiter	heiter
15	3	SW.	vermischt	bedeckt	vermischt
16	3	SW.	bedeckt	- -	bedeckt
17	3	W.	- -	- -	- -
18	3	W.	vermischt	vermischt	- -
19	3	W.	bedeckt	bedeckt, regnigt	- - regnigt
20	2		- -	heiter	heiter
21	3	W.	bedeckt	vermischt	heiter, windig
22	3	W.	- -	bedeckt	vermischt
23	3	S.	vermischt	heiter	- -
24	3	S.	heiter	bedeckt	bedeckt
25	3	SW.	bedeckt	- -	- -
26	3	W.	heiter	heiter	vermischt
27	3	S.	bedeckt	- -	- -
28	3	SW.	heiter	bedeckt	bedeckt
29	3		Regen	Regen	- -
30	3	SO.	bedeckt	bedeckt	- -
31	3	NO.	Regen	regnigt	Regen

330 bis 10 33 - 20 33 - 31 334 - 31	Bemerk. — 14. Nachmitt. $1^h\frac{1}{2}$ und 6^h Gewitter. — 20. Nachmitt. $2^h\frac{1}{2}$ Gewitter.

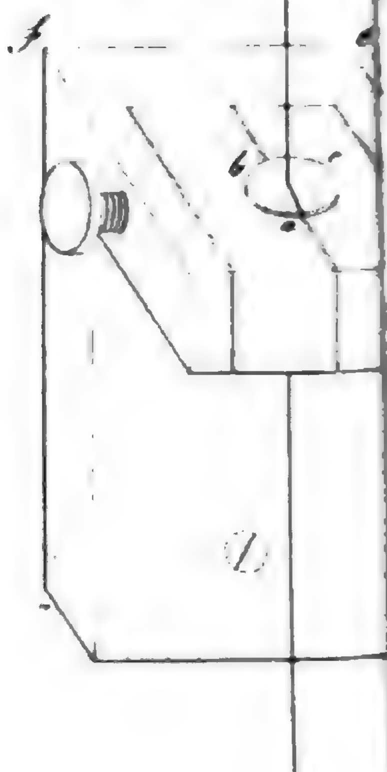


Fig III

Be

Tag.	Ba- 9.
1	33
2	3
3	3
4	3
5	3
6	
7	3
8	3
9	3
10	3
11	3
12	3
13	3
14	3
15	3
16	3
17	3
18	3
19	3
20	2
21	3
22	3
23	3
24	3
25	3
26	3
27	3
28	3
29	3
30	3
31	3
	33
	33
	33
	33

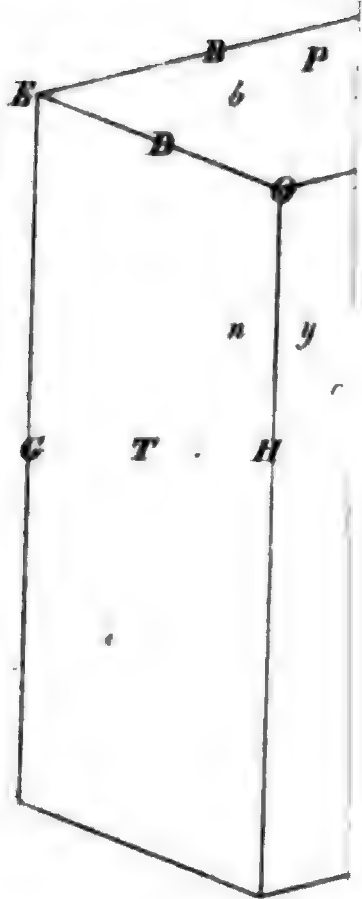
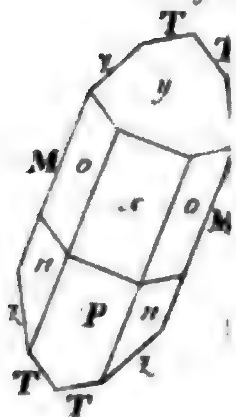


Fig. 4.

Fig.:

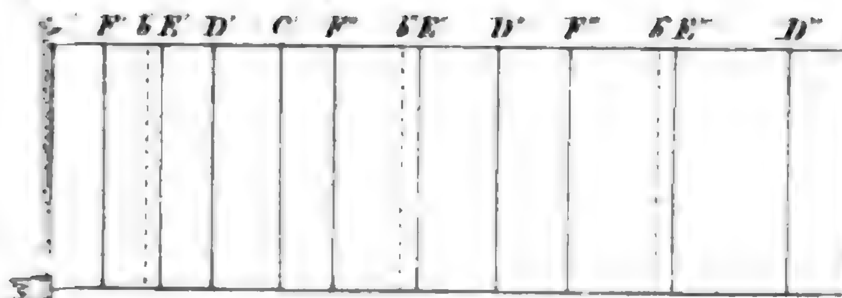


Be

Tag.	Ba.
	9
1	33
2	3
3	3
4	3
5	3
6	[illegible]
7	3
8	3
9	3
10	3
11	3.
12	3.
13	3
14	3
15	3
16	3
17	3
18	3
19	3
20	2
21	3
22	3
23	3
24	3
25	3
26	3
27	3
28	3
29	3
30	3
31	3
	33
	33
	33
	33

Taf. IV

Fig. 8



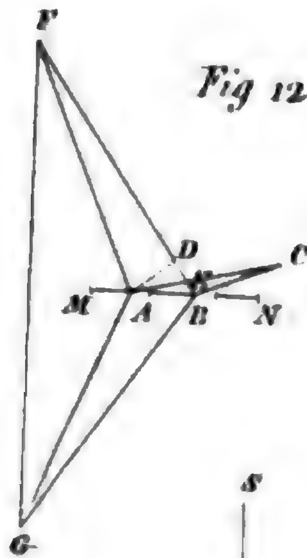


Fig 12

A E
B N
G

Fig. 10

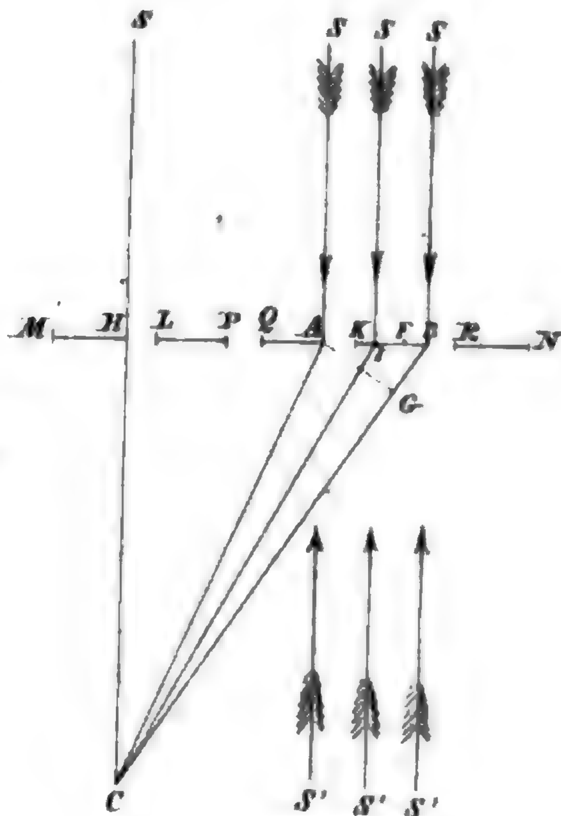
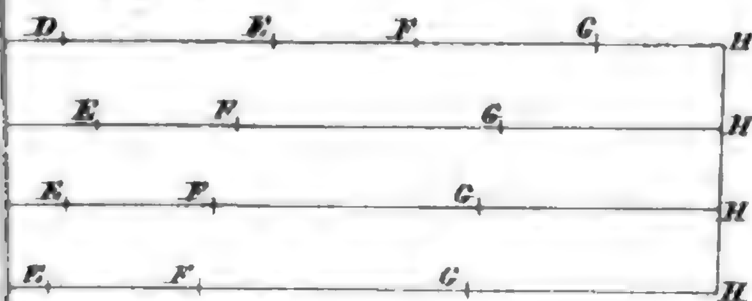
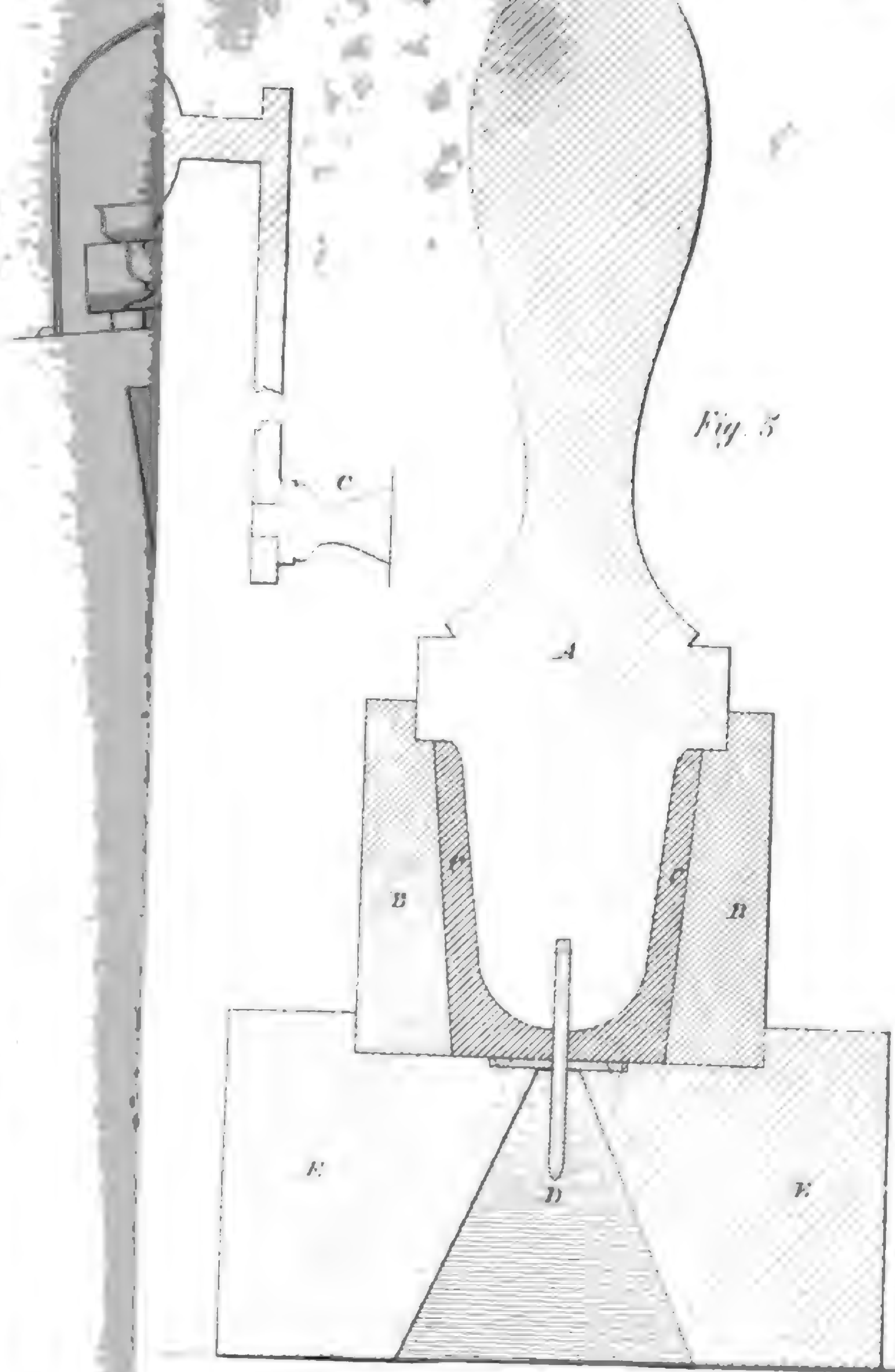


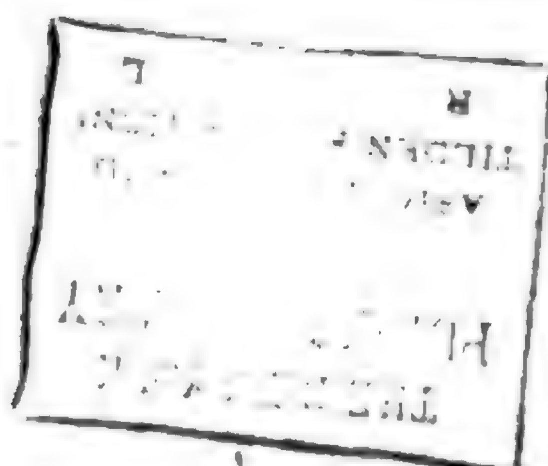
Fig. 13



THE NEW YORK
ARY
AND
ATIONS
R
L

Taf. V





SEP 2 5 1935

Digitized by Google

SEP 2 5 1935

Digitized by Google

Digitized by Google